

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**ANA MARCIA CHARNEI**

**CLADONIACEAE (ASCOMYCOTA LIQUENIZADOS) EM AMBIENTES DE  
ALTITUDE DA SERRA DO MAR NO SUL DO BRASIL**

**CURITIBA**

**2013**

**ANA MARCIA CHARNEI**

**CLADONIACEAE (ASCOMYCOTA LIQUENIZADOS) EM AMBIENTES DE  
ALTITUDE DA SERRA DO MAR NO SUL DO BRASIL**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica, área de concentração em Taxonomia, Biologia e Diversidade de Algas, Fungos e Líquens, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Botânica.**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Sionara Eliasaro**

**CURITIBA**

**2013**



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Ciências Biológicas  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
BOTÂNICA



**“Cladoniaceae (Ascomycota liquenizados) em  
ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil”  
por**

**ANA MÁRCIA CHARNEI**

Dissertação aprovada como requisito parcial  
para obtenção do grau de Mestre no Programa  
de Pós-Graduação em Botânica, pela Comissão  
formada pelos Professores

**Prof.ª Dr.ª Sionara Eliasaro (UFPR)- PRESIDENTE**

**Marcelo Pinto Marcelli (IBt)**

**Prof. Dr. Vagner Gularte Cortez (UFPR)**

**Curitiba, 08 de março de 2013.**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelas oportunidades e pessoas colocadas em meu caminho.

À CAPES (Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa concedida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPB-Bot) pela estrutura fornecida e aos seus professores pelo conhecimento compartilhado.

À professora Dra. Sionara Eliasaro por toda atenção e conhecimento transmitido. Também pela seriedade e criticidade na análise da dissertação.

A todos os meus familiares pelo incentivo.

À Alice Gerlach, companheira de todos os momentos: laboratório, saídas de campo, almoços no RU e *happy hours*. Também pelo incentivo, ajuda na obtenção de imagens e montagem das pranchas.

Ao grande amigo Flávio Beilke pela ajuda nas coletas, pelas inúmeras conversas e risadas.

Ao doutorando e grande amigo Emerson Gumboski pela inestimável ajuda. Obrigada pela paciência, saídas de campo, envio de bibliografias, obtenção de imagens, sugestões, correções e discussões taxonômicas.

À Vanessa Ariati por nos acompanhar ao Morro Caratuva e ao Pico Paraná. Ao Vitor de Freitas Batista por nos guiar ao Pico da Serra do Tabuleiro.

À Shirley Feuerstein pela amizade e pelo agradável convívio em todos os dias em que dividimos o Laboratório de Lichenologia.

À Camila Alves pela amizade. Pelas inúmeras conversas sempre tão agradáveis.

À Márcia Silva pela amizade e pela delicadeza.

Aos amigos da PPG-Bot por todo convívio, aprendizagem e troca de experiências.

Aos funcionários dos herbários ICN, MBM e SP pela presteza no empréstimo de espécimes.

A todos os funcionários do Departamento de Botânica.

À professora Thelma pelas correções dos relatórios.

À professora Maria Regina pelo empréstimo do *scanner*.

Aos liquenólogos Michel Navarro Benatti, Jesus Hernandez, Samuel Hammer e Eimy Rivas Platas pelas bibliografias repassadas.

Ao Dr. Teuvo Ahti pelas discussões taxonômicas.

À professora Dra. Neli K. Honda pela presteza na identificação química e no envio de importantes bibliografias.

À Manuela Dal-Forno pelas análises moleculares.

Ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e a Fundação do Meio Ambiente (FATMA) pela concessão das autorizações de coleta.

Aos funcionários da biblioteca de Ciências Biológicas pelo auxílio na busca de importantes bibliografias.

Muito obrigado, sem vocês este trabalho não seria possível!

## EPÍGRAFE

“Ode Serranista

Que a lenha de nossas fogueiras nunca se acabe

Que a água de nossos cantis não seque jamais

Que nossas pernas não tenham cãimbras

Que nossos pés aguentem para sempre

Pois nosso destino é seguir o rastro da vida

O que faremos mesmo sem pés

Porque há confiança de que

A trilha nunca se perderá

O último sempre vem chegando

A cobra não é venenosa

O vento não derruba o abrigo

A comida não terminará

A noite vai passar e dará lugar ao dia”

Leão Quam

## RESUMO

A família Cladoniaceae inclui cerca de 500 espécies, distribuídas em todos os continentes, e possui como principal característica talos dimórficos. Este trabalho teve como objetivo principal realizar um levantamento desta família em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil, bem como caracterizar morfológica, química e ecologicamente as espécies encontradas, proporcionar meios para a identificação das mesmas através de chaves, ilustrações e descrições e contribuir para o conhecimento liquenológico no Sul do Brasil. Foram realizadas excursões de coleta e observação a campo em nove pontos acima de 900 metros na Serra do Mar do Paraná e Santa Catarina e também foram analisados espécimes depositados nos herbários MBM e UPCB. Os exemplares coletados foram incorporados ao herbário UPCB. Em laboratório foram realizadas observações morfológicas e anatômicas sob microscópio estereoscópico e óptico. Para a análise de metabólitos secundários foram utilizados testes de coloração de talo, observação do talo sob lâmpada UV e cromatografia em camada delgada seguindo as técnicas padrões em liquenologia. Dos 858 espécimes analisados foram encontradas 52 espécies, sendo uma de *Cladia* e 51 de *Cladonia*, destas quatro são propostas como novas para a ciência: *Cladonia mackii* Charnei & Eliasaro, *C. maculata* Charnei & Eliasaro, *C. quiririensis* Charnei & Eliasaro e *C. paranaensis* Charnei & Eliasaro. *Cladonia multiformis* G. Merr. é novo registro para a América do Sul. Foram registradas cinco novas ocorrências para o Sul do Brasil: *C. anaemica* (Nyl.) Ahti, *C. carassensis* Vain., *C. clathrata* Ahti & L. Xavier, *C. imperialis* Ahti & Marcelli e *C. uncialis* (L.) F. H. Wigg., além de 14 novos registros para o Estado do Paraná e 11 para Santa Catarina. São mencionadas pela primeira vez as formas e as dimensões dos ascósporos de *C. ahtii* S. Stenroos e *C. meridionalis* Vain, bem como a forma e a dimensão dos conídios de *C. calycanthoides* (Vain.) Ahti & Marcelli. Para todas as espécies de *Cladonia* foram feitas descrições, comentários e ilustrações.

Palavras-chave: *Cladia*. *Cladonia*. Paraná. Santa Catarina. Taxonomia.

## ABSTRACT

The family Cladoniaceae includes about 500 species, distributed in all continents, and has as main characteristic dimorphic thallus. This study had as main purpose to make a survey on this lichen family in altitude environments of the Serra do Mar in Southern Brazil, as well characterize the morphology, chemistry and ecologically of all the species found, provide means for their identification through keys, illustrations and descriptions and contribute to the lichenological knowledge in Southern Brazil. Collections and observations in the field were made in nine points above 900 meters in Paraná and Santa Catarina States and were also analyzed specimens deposited in MBM and UPCB Herbarium. The samples were incorporated to the UPCB Herbarium. In laboratory were made morphological and anatomical analysis under stereomicroscope and optic microscope. For the chemical analysis, spots tests of the thallus were made and also the observations the thallus under UV light and thin layer chromatography, following standard methods in lichenology. From 858 samples analyzed were found 52 species, one of *Cladia* and 51 of *Cladonia*, these four are proposed as new to science: *Cladonia mackii* Charnei & Eliasaro, *C. maculata* Charnei & Eliasaro, *C. quiririensis* Charnei & Eliasaro and *C. paranaensis* Charnei & Eliasaro. *Cladonia multiformis* G. Merr. is new record to South America. Were recorded five new records to the Southern Brazil: *C. anaemica* (Nyl.) Ahti, *C. carassensis* Vain., *C. clathrata* Ahti & Xavier Filho, *C. imperialis* Ahti & Marcelli and *C. uncialis* (L.) F. H. Wigg. and 14 species are new records to Paraná, as well 11 to Santa Catarina. Are recorded for the first time the shape and sizes of the ascospores of *C. ahtii* S. Stenroos and *C. meridionalis* Vain., as well the shape and sizes of the conidia of *C. calycanthoides* (Vain.) Ahti & Marcelli. For all species of *Cladonia* were made descriptions, comments and illustrations.

Key words: *Cladia*. *Cladonia*. Paraná. Santa Catarina. Taxonomy.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Pontos de coleta .....	15
Figura 2: Pico Paraná, Estado do Paraná, ponto culminante do Sul do Brasil.	16
Figura 3: Monte Crista, Estado de Santa Catarina .....	16
CAPÍTULO 2	
Figure 1: Location of the mountains studied in Serra do Mar .....	59
Figures 2-7: 2- <i>Cladonia calycanthoides</i> . 3- <i>C. clathrata</i> . 4- <i>C. fissidens</i> . 5- <i>C. flagellaris</i> . 6- <i>C. imperialis</i> . 7- <i>C. penicillata</i> .....	60
Figures 8-9: 8- <i>Cladonia rappii</i> . 9- <i>C. verticillaris</i> .....	61
CAPÍTULO 3	
Figuras 1-5: 1- <i>Cladonia chlorophaea</i> . 2- <i>C. furfuracea</i> . 3- <i>C. grayi</i> . 4 A-B- <i>C. multiformis</i> . 5- <i>C. ochracea</i> .....	85
Figura 6-11: 6- <i>Cladonia ochrochlora</i> . 7- <i>C. polyscypha</i> . 8- <i>C. pyxidata</i> . 9- <i>C. ramulosa</i> . 10- <i>C. subradiata</i> . 11- <i>C. subsquamosa</i> .....	86
CAPÍTULO 4	
Figures 1-4: 1- <i>Cladonia mackii</i> . 2- <i>C. maculata</i> . 3 A-B- <i>C. paranaensis</i> . 4 A-B- <i>C. quiririensis</i> .....	100
CAPÍTULO 5	
Figuras 1-6: 1- <i>Cladonia cartilaginea</i> . 2- <i>C. ceratophylla</i> . 3- <i>C. corniculata</i> . 4- <i>C. furcata</i> . 5- <i>C. megaphylla</i> . 6- <i>C. paranaensis</i> .....	129
Figuras 7-10: 7- <i>Cladonia pityrophylla</i> . 8- <i>C. quiririensis</i> . 9- <i>C. signata</i> . 10- <i>C. solida</i> .....	130
CAPÍTULO 6	
Figuras 1-6: 1- <i>Cladonia carassensis</i> . 2- <i>C. crispatula</i> . 3- <i>C. mackii</i> . 4- <i>C. palmicola</i> . 5- <i>C. polystomata</i> . 6- <i>C. squamosa</i> .....	151
CAPÍTULO 7	
Figuras 1-6: 1- <i>Cladonia confusa</i> . 2- <i>C. consimilis</i> . 3- <i>C. divaricata</i> . 4- <i>C. kalbii</i> . 5- <i>C. substellata</i> . 6- <i>C. uncialis</i> .....	171
CAPÍTULO 8	
Figuras 1-6: 1- <i>Cladonia ahtii</i> . 2- <i>C. anaemica</i> . 3- <i>C. coccifera</i> . 4- <i>C. didyma</i> . 5- <i>C. macilenta</i> . 6- <i>C. macilentoides</i> .....	203
Figuras 7-10: 7- <i>Cladonia maculata</i> . 8- <i>C. meridionalis</i> . 9- <i>C. miniata</i> . 10- <i>C. secundana</i> .....	204

## SUMÁRIO

Resumo .....	V
Abstract .....	VI
Lista de Figuras .....	VII
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Breve histórico da família Cladoniaceae Zenker .....	1
1.2. Estudos prévios de Cladoniaceae no Sul do Brasil .....	5
1.3. Características de importância taxonômica dos gêneros de Cladoniaceae referidos para o Sul do Brasil .....	8
1.4. Características quimiotaxonômicas .....	12
2. OBJETIVOS .....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	13
3.1. Área de estudo .....	13
3.2. Coletas .....	17
3.3. Herborização e incorporação ao herbário .....	17
3.4. Revisão de herbário .....	17
3.5. Análises morfológicas e anatômicas .....	18
3.6. Análises químicas .....	19
3.7. Identificação dos espécimes e distribuição geográfica .....	20
3.8. Descrições e Ilustrações .....	20
4. RESULTADOS .....	21
4.1. Apresentação da dissertação .....	21
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	22
CAPÍTULO 1	
Notes on the chemical variation of the lichenized Ascomycota <i>Cladia aggregata</i> (Cladoniaceae) in the States of Paraná and Santa Catarina, Brazil .....	34
Acknowledgements .....	37
References .....	37
CAPÍTULO 2	
Verticillate <i>Cladonia</i> species (Lichenized Ascomycota) from high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil .....	38
Introduction .....	40
Material and Methods .....	40

Results and discussion .....	41
Key to the species of verticillate <i>Cladonia</i> from high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil .....	41
<i>Cladonia calycanthoides</i> (Vain.) Ahti & Marcelli .....	42
<i>Cladonia clathrata</i> Ahti & L. Xavier .....	43
<i>Cladonia fissidens</i> Ahti & Marcelli .....	45
<i>Cladonia flagellaris</i> Ahti & Marcelli .....	46
<i>Cladonia imperialis</i> Ahti & Marcelli .....	48
<i>Cladonia penicillata</i> (Vain.) Ahti & Marcelli .....	50
<i>Cladonia rappii</i> A. Evans .....	51
<i>Cladonia verticillaris</i> (Raddi) Fr. ....	53
Acknowledgements .....	55
References .....	56
CAPÍTULO 3	
Espécies de <i>Cladonia</i> com cífas não verticiladas do Supergrupo <i>Cladonia</i> em ambientes de altitudes da Serra do Mar no Sul do Brasil .....	62
Introdução .....	64
Materiais e Métodos .....	64
Resultados e Discussão .....	64
Chave artificial para espécies de <i>Cladonia</i> do Supergrupo <i>Cladonia</i> com podécio cífoso e não verticilado da Serra do Mar no Sul do Brasil .....	65
<i>Cladonia chlorophaea</i> (Flörke ex Sommerf.) Spreng. ....	65
<i>Cladonia furfuracea</i> Vain. ....	67
<i>Cladonia grayi</i> G. Merr. ex Sandst. ....	68
<i>Cladonia multiformis</i> G. Merr. ....	70
<i>Cladonia ochracea</i> L. Scriba .....	71
<i>Cladonia ochrochlora</i> Flörke .....	72
<i>Cladonia polyscypha</i> Ahti & L. Xavier .....	74
<i>Cladonia pyxidata</i> (L.) Hoffm. ....	75
<i>Cladonia ramulosa</i> (With.) J. R. Laundon .....	76
<i>Cladonia subradiata</i> (Vain.) Sandst. ....	77
<i>Cladonia subsquamosa</i> Kremp. ....	79
Agradecimentos .....	81

Referências bibliográficas .....	81
CAPÍTULO 4	
Four new species of <i>Cladonia</i> (Cladoniaceae, Ascomycota) from Southern Brazil .....	87
Introduction .....	87
Material and Methods .....	87
New species .....	88
<i>Cladonia maackii</i> Charnei & Eliasaro .....	88
<i>Cladonia maculata</i> Charnei & Eliasaro .....	90
<i>Cladonia paranaensis</i> Charnei & Eliasaro .....	93
<i>Cladonia quiririensis</i> Charnei & Eliasaro .....	96
Acknowledgements .....	97
Literature cited .....	97
CAPÍTULO 5	
Espécies de <i>Cladonia</i> acifosas do Supergrupo <i>Cladonia</i> em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil .....	101
Introdução .....	103
Materiais e Métodos .....	103
Resultados e Discussão .....	104
Chave artificial para espécies de <i>Cladonia</i> acifosas do Supergrupo <i>Cladonia</i> em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil. ....	104
<i>Cladonia cartilaginea</i> Müll. Arg. ....	105
<i>Cladonia ceratophylla</i> (Sw.) Spreng. ....	107
<i>Cladonia corniculata</i> Ahti & Kashiw. ....	110
<i>Cladonia furcata</i> (Huds.) Schrad. ....	112
<i>Cladonia megaphylla</i> Ahti & Marcelli ....	115
<i>Cladonia paranaensis</i> Charnei & Eliasaro .....	117
<i>Cladonia pityrophylla</i> Nyl. ....	118
<i>Cladonia quiririensis</i> Charnei & Eliasaro .....	120
<i>Cladonia signata</i> (Eschw.) Vain. ....	121
<i>Cladonia solida</i> Vain. ....	123
Agradecimentos .....	124
Literatura citada .....	125

## CAPÍTULO 6

Espécies de <i>Cladonia</i> do Supergrupo <i>Perviae</i> de ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil .....	131
Introdução .....	133
Materiais e Métodos .....	133
Resultados e Discussão .....	134
Chave artificial para espécies de <i>Cladonia</i> do Supergrupo <i>Perviae</i> de ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil .....	134
<i>Cladonia carassensis</i> Vain. ....	135
<i>Cladonia crispatula</i> (Nyl.) Ahti .....	136
<i>Cladonia maackii</i> Charnei & Eliasaro .....	139
<i>Cladonia palmicola</i> Ahti & Fleig .....	140
<i>Cladonia polystomata</i> Ahti & Sipman .....	143
<i>Cladonia squamosa</i> Hoffm. ....	145
Agradecimentos .....	147
Literatura citada .....	148

## CAPÍTULO 7

Espécies de <i>Cladonia</i> do Supergrupo <i>Crustaceae</i> de ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil .....	152
Introdução .....	154
Materiais e Métodos .....	154
Resultados e Discussão .....	155
Chave artificial para espécies de <i>Cladonia</i> do Supergrupo <i>Crustaceae</i> de ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil .....	155
<i>Cladonia confusa</i> R. Sant. ....	156
<i>Cladonia consimilis</i> Vain. ....	158
<i>Cladonia divaricata</i> Nyl. ....	160
<i>Cladonia kalbii</i> (Ahti) Ahti & DePriest .....	161
<i>Cladonia substellata</i> Vain. ....	162
<i>Cladonia uncialis</i> (L.) F. H. Wigg. ....	164
Agradecimentos .....	167
Literatura citada .....	167

## CAPÍTULO 8

Espécies de <i>Cladonia</i> do Supergrupo <i>Cocciferae</i> de ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil .....	172
Introdução .....	174
Materiais e Métodos .....	174
Resultados e Discussão .....	175
Chave artificial para espécies de <i>Cladonia</i> do Supergrupo <i>Cocciferae</i> de ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil .....	175
<i>Cladonia ahtii</i> S. Stenroos .....	176
<i>Cladonia anaemica</i> (Nyl.) Ahti .....	178
<i>Cladonia coccifera</i> (L.) Willd. ....	180
<i>Cladonia didyma</i> (Fée) Vain. ....	182
<i>Cladonia macilenta</i> Hoffm. ....	185
<i>Cladonia macilentoides</i> Ahti & Fleig .....	188
<i>Cladonia maculata</i> Charnei & Eliasaro .....	190
<i>Cladonia meridionalis</i> Vain. ....	191
<i>Cladonia miniata</i> G. Mey. ....	192
<i>Cladonia secundana</i> Nyl. ....	195
Agradecimentos .....	197
Literatura citada .....	198
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	205
7. APÊNDICE .....	207
Chave para Cladoniaceae de ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil .....	207
8. ANEXO .....	213
Normas para publicação .....	213

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Breve histórico da família Cladoniaceae Zenker

As primeiras descrições para representantes desta família, provavelmente referentes ao gênero *Cladonia* P. Browne, foram feitas por Lobelius em 1576 que os descreveu como *Muscus terrestres pyxidatus alabastriculos imitatus*, Thal em 1588 como *Musci candida in uliginibus species* e Tabernaemontanus, em 1590, como *Muscus corniculatus* e *Muscus corallinus* (KREMPELHUBER, 1867; 1869). Dillenius (1741 *apud* AHTI, 2000) descreveu-os como *Coralloides fruticuli species candicans*.

Em 1751, John Hill propôs o gênero *Cladonia*, o qual não foi utilizado por Linnaeus, em 1753, que classificou quase todos os líquens conhecidos, incluindo 12 espécies atualmente pertencentes à Cladoniaceae, como um único gênero denominado *Lichen* L. (JØRGENSEN; JAMES; JARVIS, 1994).

*Cladonia* foi validado por Patrick Browne em 1756 sendo utilizado por Wiggers (1780) e Hoffmann (1796 *apud* AHTI, 2000) que, diferentemente dos demais pesquisadores daquela época, não utilizaram a classificação proposta por Linnaeus (AHTI, 2000).

Acharius (1798), inicialmente seguiu a classificação proposta por Linnaeus, porém na obra *Methodus lichenum* de 1803 incluiu as espécies do gênero *Cladonia* em *Baeomyces* Pers. e posteriormente em 1810 na *Lichenographia universalis* as incluiu no gênero *Cenomyce* Ach. proposto por ele em 1809. Hooker, seguindo M. Feé distinguiu, de acordo com caracteres morfológicos, dois grupos de espécies incluindo um em *Cladonia* e o outro em *Scyphophorus* Ach. ex Michx. No entanto, Schaerer em *Lichenum Helveticorum spicilegium* de 1823 e Sprengel em *Systema vegetabilium* de 1824 aceitaram apenas um gênero, *Cladonia*, o qual tinha prioridade sobre *Cenomyce* (TUCKERMAN, 1838).

Cladoniaceae, como proposta por Zenker em 1827 (BURGAZ; AHTI, 2009), possuía uma circunscrição bastante ampla incluindo espécies de talo cladoniforme (ver item 1.3 para definição), assim várias espécies reconhecidas atualmente como pertencentes à Baeomycetaceae, Icmadophilaceae e Stereocaulaceae estavam inclusas em Cladoniaceae (AHTI, 2000).

Ao longo dos anos, vários gêneros foram propostos em Cladoniaceae, a maioria sinonimizados em *Cladonia*, e outros transferidos para outras famílias (tabela 1).

TABELA 1 – Gêneros propostos em Cladoniaceae

(continua)

Gênero	Status	Família
<i>Cladonia</i> P. Browne, <i>Prim. fl. holsat. (Kiliae)</i> : 90 (1756)	Nome atual	Cladoniaceae
<i>Cladona</i> Adans., <i>Fam. Pl.</i> 2: 6 (1763)	= <i>Cladonia</i>	Cladoniaceae
<i>Pyxidium</i> Hill, <i>Gen. Nat. Hist.</i> 2 ( <i>Hist. Pl.</i> ): 94 (1771)	= <i>Cladonia</i>	Cladoniaceae
<i>Scyphiphorus</i> Vent., <i>Tabl. Règne Vég.</i> 2: 35 (1799)	= <i>Cladonia</i>	Cladoniaceae
<i>Helopodium</i> Ach. ex Michx., <i>Fl. Boreali-Americ.</i> 2: 329 (1803)	= <i>Cladonia</i>	Cladoniaceae
<i>Scyphophorus</i> Ach. ex Michx., <i>Fl. Boreali-Americ.</i> 2: 328 (1803)	= <i>Cladonia</i>	Cladoniaceae
<i>Capitularia</i> Flörke, <i>Mag. Gesell. naturf. Freunde</i> , Berlin 1: 294 (1807)	= <i>Cladonia</i>	Cladoniaceae
<i>Cenomyce</i> Ach., in Luyken, <i>Tent. Hist. Lich.</i> : 93 (1809)	= <i>Cladonia</i>	Cladoniaceae
<i>Phyllocarpos</i> Poir., <i>Encycl. Méth. Bot.</i> (Paris) 3: 361 (1813)	= <i>Cladonia</i>	Cladoniaceae
<i>Scyphorus</i> Raf., <i>Anal. Nat. Tabl. Univ.</i> : 208 (1815)	= <i>Cladonia</i>	Cladoniaceae
<i>Schasmaria</i> (Ach.) Gray, <i>Nat. Arr. Brit. Pl.</i> (London) 1: 416 (1821)	= <i>Cladonia</i>	Cladoniaceae
<i>Scyphophora</i> Gray, <i>Nat. Arr. Brit. Pl.</i> (London) 1: 417 (1821)	= <i>Cladonia</i>	Cladoniaceae
<i>Pycnothelia</i> (Ach.) Dufour, <i>Ann. Gén. Sci. Phys.</i> 8: 45 (1821)	Nome atual	Cladoniaceae
<i>Papillaria</i> J. Kickx f., <i>Fl. Crypt. Louvain</i> : 73, 104 (1835)	= <i>Pycnothelia</i>	Cladoniaceae
<i>Thysanothecium</i> Mont. & Berk., <i>London J. Bot.</i> 5: 257 (1846)	Nome atual	Cladoniaceae
<i>Glossodium</i> Nyl., <i>Mém. Soc. natn. Sci. nat. math. Cherbourg</i> 3: 169 (1855)	= <i>Icmadophila</i> Trevis. 1852	Icmadophilaceae
<i>Pilophorus</i> Th. Fr., <i>Stereoc. Piloph. Comm.</i> : 40 (1857)	Nome atual	Cladoniaceae
<i>Pilophorum</i> Nyl., <i>Bot. Notiser.</i> 167 (1857)	= <i>Pilophorus</i>	Cladoniaceae
<i>Pilophoron</i> Nyl., <i>Mém. Soc. natn. Sci. nat. math. Cherbourg</i> 5: 96 (1858)	= <i>Pilophorus</i>	Cladoniaceae
<i>Gymnoderma</i> Nyl., <i>Flora, Jena</i> 43: 546 (1860)	Nome atual	Cladoniaceae
<i>Ramalea</i> Nyl., <i>Flora, Jena</i> 49: 289 (1866)	Nome atual	Cladoniaceae



TABELA 1 – Gêneros propostos em Cladoniaceae

(conclusão)

Gênero	Status atual	Família
<i>Cladina</i> (Nyl.) Nyl., <i>Not. Sällsk. Fauna et Fl. Fenn. Förh.</i> 110 (1866)	= <i>Cladonia</i>	Cladoniaceae
<i>Heterodea</i> Nyl., <i>Bull. Soc. linn. Normandie</i> , sér. 2 2: 47 (1868)	= <i>Cladia</i>	Cladoniaceae
<i>Cladia</i> Nyl., <i>Bull. Soc. linn. Normandie</i> , sér. 2 4(2): 167 (1870)	Nome atual	Cladoniaceae
<i>Clathrina</i> Müll. Arg., <i>Flora, Jena</i> 66: 80 (1883)	= <i>Cladia</i>	Cladoniaceae
<i>Heteromyces</i> Müll. Arg., <i>Flora, Jena</i> 72: 505 (1889)	Nome atual	Cladoniaceae
<i>Sphaerophoropsis</i> Vain., <i>Acta Soc. Fauna Flora fenn.</i> 7( 2): 7 (1890)	Nome atual	Cladoniaceae
<i>Neophyllis</i> F. Wilson, <i>J. Linn. Soc., Bot.</i> 28: 372 (1891)	Nome atual	Sphaerophoraceae
<i>Biscladinomyces</i> Cif. & Tomas., <i>Atti Ist. bot. Univ. Lab. crittog. Pavia</i> , Ser. 5 10(1): 53, 79 (1953)	= <i>Cladonia</i>	Cladoniaceae
<i>Biseucladoniomyces</i> Cif. & Tomas., <i>Atti Ist. bot. Univ. Lab. crittog. Pavia</i> , Ser. 5 10(1): 59, 79 (1953)	= <i>Cladonia</i>	Cladoniaceae
<i>Cladinomyces</i> Cif. & Tomas., <i>Atti Ist. bot. Univ. Lab. crittog. Pavia</i> , Ser. 5 10(1): 53, 79 (1953)	= <i>Cladonia</i>	Cladoniaceae
<i>Cladoniomyces</i> E.A. Thomas ex Cif. & Tomas., <i>Atti Ist. bot. Univ. Lab. crittog. Pavia</i> , Ser. 5 10(1): 78 (1953)	= <i>Cladonia</i>	Cladoniaceae
<i>Eucladoniomyces</i> Cif. & Tomas., <i>Atti Ist. bot. Univ. Lab. crittog. Pavia</i> , Ser. 5 10(1): 53, 78 (1953)	= <i>Cladonia</i>	Cladoniaceae
<i>Gymnodermatomyces</i> Cif. & Tomas., <i>Atti Ist. bot. Univ. Lab. crittog. Pavia</i> , Ser. 5 10(1): 40, 67 (1953)	= <i>Gymnoderma</i>	Cladoniaceae
<i>Pycnotheliomyces</i> Cif. & Tomas., <i>Atti Ist. bot. Univ. Lab. crittog. Pavia</i> , Ser. 5 10(1): 53, 78 (1953)	= <i>Pycnothelia</i>	Cladoniaceae
<i>Calathaspis</i> I.M. Lamb & W.A. Weber, <i>in Lamb, Occ. Pap. Farlow Herb. Crypt. Bot.</i> 4: 1 (1972)	Nome atual	Cladoniaceae
<i>Myelorrhyza</i> D. Verdon & J. A. Elix, <i>Brunonia</i> 9: 195 (1986)	Nome atual	Cladoniaceae
<i>Metus</i> D.J. Galloway & P. James, <i>Notes R. bot. Gdn Edinb.</i> 44(3): 562 (1987)	Nome atual	Cladoniaceae
<i>Squamella</i> S. Hammer, <i>Bryologist</i> 104(4): 561 (2001)	Nome atual	Cladoniaceae
<i>Carassea</i> S. Stenroos, <i>Mycol. Progr.</i> 1(3): 277 (2002)	Nome atual	Cladoniaceae
<i>Notocladonia</i> S. Hammer, <i>Bryologist</i> 106(1): 162 (2003)	Nome atual	Cladoniaceae

FONTE: INDEX FUNGORUM (2011)

Vainio (1897), o primeiro a formular hipóteses filogenéticas em Cladoniaceae, construiu o primeiro diagrama filogenético para *Cladonia*. Mattick (1938, 1940), além de publicar revisões de espécies e fazer divisões infragenéricas, também levantou hipóteses filogenéticas para *Cladonia*.

Duvigneaud (1944) propôs as famílias Clathrinaceae e Thysanotheciaceae para acomodar, respectivamente, os gêneros *Cladia* e *Thysanothecium*, no entanto estas propostas não foram aceitas pela comunidade científica (STENROOS *et al.*, 2002b).

Filson (1978) criou a família Heterodeaceae, incluindo somente espécies de *Heterodea*. Esta classificação foi utilizada por diversos liquenólogos como Ahti (1982) e Hawksworth *et al.* (1995), contudo a partir do trabalho realizado por Wedin, Döring e Ekman (2000), utilizando técnicas moleculares, *Heterodea* voltou a ser incluída em Cladoniaceae.

Filson (1981) propôs a família Cladiaceae por considerar que *Cladia* possuía características de Ramalinaceae e Parmeliaceae e por isso deveria ser tratado como uma família independente. Todavia, a maioria dos autores inclui *Cladia* dentro de Cladoniaceae (e. g. HAWKSWORTH *et al.*, 1995; AHTI, 2000; WEDIN; DÖRING; EKMAN, 2000; BRODO; SHARNOFF; SHARNOFF, 2001; STENROOS *et al.*, 2002b; TEHLER; WEDIN, 2008).

Os primeiros estudos moleculares para Cladoniaceae foram realizados em 1992 por Kashevarov e também por Blum e Kashevarov, e através desses estudos, *Cladina* teve suporte genérico, no entanto não foi apresentada nenhuma análise filogenética apropriada (STENROOS *et al.*, 2002a).

Ahti (1993 *apud* STENROOS *et al.*, 2002b) reconheceu os seguintes gêneros para esta família: *Calathaspis*, *Cladia*, *Cladina*, *Gymnoderma*, *Heteromyces*, *Myelorrhiza*, *Neophyllis*, *Pycnothelia* e *Thysanothecium*.

Ahti (2000) relacionou 184 espécies de Cladoniaceae para o Neotrópico, distribuídos nos gêneros *Cladia*, *Cladina*, *Cladonia* e *Pycnothelia* e considerou os gêneros *Heteromyces*, *Ramalea* e *Sphaerophoropsis* como duvidosos dentro de Cladoniaceae. Neste mesmo trabalho, o gênero *Cladina* foi dividido em três seções: *Cladina*, *Impexae* e *Tenuis* e *Cladonia* dividido em sete seções: *Ascyphiferae*, *Cladonia*, *Cocciferae*, *Helopodium*, *Perviae*, *Strepsilis* e *Uncialis*.

Em estudo filogenético recente, baseado em caracteres morfológicos, químicos e moleculares (STENROOS *et al.*, 2002a), tanto o gênero *Cladina* como as seções propostas por Ahti (2000) para *Cladonia* não obtiveram sustentação filogenética. Assim, *Cladina* passou a ser considerado sinônimo de *Cladonia*, o qual foi dividido em quatro Supergrupos: *Cladonia*, *Perviae*, *Cocciferae* e *Crustaceae*. Neste trabalho seguimos a classificação de Stenroos *et al.* (2002a).

Quanto ao número de gêneros atualmente reconhecidos seguiremos, principalmente, Tehler e Wedin (2008) que citam 15 gêneros para esta família: *Calathaspis*, *Cladia*, *Cladonia*, *Gymnoderma*, *Heterodea*, *Heteromyces*, *Metus*, *Myelorrhiza*, *Notocladonia*, *Pilophorus*, *Pycnothelia*, *Ramalea*, *Sphaerophoropsis*, *Squamella* e *Thysanothecium*; além de *Carassea* e *Gymnoderma*, não citados por estes autores, mas que de acordo com Stenroos *et al.* (2002b) e Lumbsch e Huhndorf (2007) pertencem a Cladoniaceae. Também não será considerado *Heterodea*, uma vez que estudos recentes revelam que este deve ser tratado como sinônimo de *Cladia* (PARNMEN *et al.*, 2010; PARNMEN; LUMBSH, 2012).

## 1.2 Estudos prévios de Cladoniaceae no Sul do Brasil

Para o Brasil são conhecidos sete gêneros de Cladoniaceae: *Carassea* (STENROOS *et al.*, 2002b), *Cladia*, *Cladonia* (VAINIO, 1887), *Heteromyces* (MÜLLER, 1889), *Pycnothelia* (OSORIO; AGUIAR; HOMRICH, 1981), *Ramalea* (FLEIG, 1990) e *Sphaerophoropsis* (VAINIO, 1890). Os gêneros *Sphaerophoropsis*, *Carassea* e *Heteromyces* são monotípicos, sendo os dois primeiros endêmicos da Serra do Caraça, em Minas Gerais, e o último endêmico do Estado do Rio de Janeiro. Para o Sul do Brasil são registrados os seguintes gêneros: *Cladia*, *Cladonia* (MÜLLER, 1891a; 1981b), *Pycnothelia* (OSORIO; AGUIAR; HOMRICH, 1981) e *Ramalea* (FLEIG, 1990).

As primeiras coletas de fungos liquenizados no Sul do Brasil foram realizadas pelos botânicos alemães Ule (1883-1891) e Schenck (1886-1887) (MARCELLI, 1998). Os materiais coletados por estes dois botânicos foram analisados por Müller (1891a, 1981b) que além de descrever *Heteromyces*, fez

os primeiros registros de Cladoniaceae para o Sul do Brasil, mais especificamente para o Estado de Santa Catarina.

Müller (1891a), a partir do material coletado por Schenk nos Estados de Santa Catarina, Paraná, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Pernambuco, identificou 121 espécies de fungos liquenizados e dentre estas 13 espécies de Cladoniaceae são citadas para Santa Catarina. Já a partir do material exclusivamente de Santa Catarina, coletado por Ule, Müller (1891b) identificou 79 espécies de fungos liquenizados, dez pertencentes à Cladoniaceae.

Entre 1892 e 1894 o botânico suíço Malme, além de coletar nos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, realizou as primeiras coletas de fungos liquenizados no Rio Grande do Sul (MARCELLI, 1998). Zahlbruckner (1908) analisou parte desse material e fez o primeiro registro de Cladoniaceae para o Rio Grande do Sul ao citar *Cladonia ceratophylla* (Sw.) Spreng.

Após o registro de Zahlbruckner (1908), não há estudos envolvendo esta família até 1978, quando Osorio e Martins registraram *Cladonia confusa* R. Sant e *C. chondrotypa* Vain. e Osorio e Homrich (1978) citaram *Cladia aggregata* (Sw.) Nyl., *Cladonia coniocraea* (Flörke) Spreng. e *C. furcata* (Huds.) Schrad. para o Rio Grande do Sul.

Poucos anos depois, Osorio, Aguiar e Homrich (1981) mencionaram *Pycnothelia papillaria* Dufour para o Rio Grande do Sul, primeiro registro deste gênero para a América do Sul.

Várias espécies de Cladoniaceae foram citadas para o Rio Grande do Sul por Osorio em diversos trabalhos tanto individuais (1981, 1985, 1994) quanto com colaboração de Fleig (1982, 1986a-b, 1988, 1989, 1990a-c, 1991 e 1994) e por Fleig em trabalhos individuais (1990, 1995) e em colaboração (FLEIG, AHTI; STENROOS, 1995; FLEIG; GRÜNINGER, 2000).

Stenroos (1989b), realizando a revisão taxonômica do grupo *Cladonia miniata*, descreveu *C. ahtii* S. Stenroos e citou *C. miniata* G. Mey. para o Rio Grande do Sul. Neste mesmo trabalho registrou *C. miniata* var. *parvipes* (Vain.) Zahlbr. e *C. secundana* Nyl. no município de Lages, Santa Catarina e fez o primeiro registro de Cladoniaceae para o Estado do Paraná, citando *C. miniata*.

Marcelli (1992), estudando manguezais do Sul-Sudeste brasileiro, citou *Cladonia furfuracea* Vain. e *C. subsquamosa* Kremp. para Santa Catarina e

Ahti e Marcelli (1995) registraram *C. fissidens* Ahti & Marcelli e *C. verticillaris* (Raddi) Fr. para ambientes de planalto no Paraná.

O primeiro trabalho específico para Cladoniaceae para o Rio Grande do Sul foi realizado por Fleig, Ahti e Stenroos (1995), onde foram registradas 38 espécies de *Cladonia*, sendo duas novas para a ciência: *C. macilentoides* Ahti & Fleig e *C. palmicola* Ahti & Fleig. Neste mesmo trabalho citam uma espécie de *Cladia*, uma de *Pycnothelia* e uma de *Ramalea*.

Osorio (1997) citou três espécies de *Cladonia* para o município de Laguna, Santa Catarina: *C. ahtii*, *C. ceratophylla* e *C. pityrophylla* Nyl.

Ahti (2000), na monografia de Cladoniaceae para a *Flora Neotropica*, registrou 184 espécies, sendo que 112 são citadas para o Brasil e destas 29 são registradas para o Paraná, 33 para Santa Catarina e 41 para o Rio Grande do Sul.

Gumboski e Eliasaro (2012a, 2012b) realizaram um estudo específico para esta família nos Estados do Paraná e Santa Catarina, analisando o gênero *Cladonia* em ambientes de restingas e costões rochosos e mencionam 23 espécies, destas três novas citações para o Paraná: *C. latiloba* Ahti & Marcelli, *C. ochracea* L. Scriba e *C. squamosa* (Scop.) Hoffm. e três novas citações pra Santa Catarina: *C. merochlorophaea* Asahina, *C. palmicola* e *C. polyscypha* Ahti & L. Xavier Filho. Gumboski e Eliasaro (2011b) descreveram *C. litoralis* Gumboski & Eliasaro para Santa Catarina.

De acordo com os *checklist* de fungos liquenizados disponíveis para a região Sul do Brasil são registradas para o Estado do Rio Grande do Sul 46 espécies de Cladoniaceae, distribuídas nos gêneros *Cladia*, *Cladonia*, *Pycnothelia* e *Ramalea* (SPIELMANN, 2006). Já para os Estados do Paraná e Santa Catarina são registrados somente os gêneros *Cladia* e *Cladonia*, totalizando 29 espécies para o Paraná (ELIASARO, 2006) e 40 para Santa Catarina (GUMBOSKI; ELIASARO, 2011a).

No entanto, com relação às espécies presentes em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil, onde as Cladoniaceae são abundantes e diversas (observação pessoal), a informação disponível é bastante escassa. Para o Estado do Paraná, nestes ambientes, são registradas apenas *C. furfuracea* Vain. e *C. ceratophylla* a 1100 metros de altitude no município de Quatro Barras e *C. crispatula* (Nyl.) Ahti e *C. penicillata* (Vain.)

Ahti & Marcelli a 1100 e 1200 metros, respectivamente, no município de Campina Grande do Sul (AHTI, 2000). Não há qualquer registro para ambientes de altitude da Serra do Mar para o Estado de Santa Catarina.

### **1.3 Características de importância taxonômica dos gêneros de Cladoniaceae referidos para o Sul do Brasil**

Os talos dos gêneros *Cladia*, *Cladonia*, *Pycnothelia* e *Ramalea*, como em toda a família Cladoniaceae, são cladoniformes, isto é, apresentam um talo primário, basal e horizontal e um talo secundário que desenvolve-se verticalmente (AHTI, 1982).

O talo primário desenvolve-se a partir de uma estrutura não liquenizada, exclusivamente fúngica denominada protalo. A maioria dos protalos são agregados difusos do micélio, os quais podem formar feixes, agregados ou massas não celulares semelhantes a rizinas, contudo, a maioria das espécies possuem mais de uma forma de protalo (HAMMER, 1996a). Em *Cladonia* seção *Cocciferae* o protalo é facilmente visível devido a sua coloração alaranjada (AHTI, 2000). De acordo com Ahti (2000), após o contato com o fotobionte o protalo desenvolve-se em grânulos ou esquâmulas que caracterizam o talo primário.

Após o desenvolvimento do talo secundário, o talo primário pode desaparecer (AHTI, 1961; MARCELLI, 2006b), sendo denominado evanescente como ocorre em *Cladia* e em algumas espécies de *Cladonia*. Nos demais gêneros o talo primário é persistente, sendo granuloso em *Pycnothelia* (AHTI, 2000; BRODO; SHARNOOF; SHARNOOF, 2001) e variando de esquamuloso a folioso em *Ramalea* e *Cladonia* (GALLOWAY, 1985; CONRAN, 1992; AHTI; SOHRABI, 2006). Algumas espécies de *Cladonia* tendem a permanecer somente com o talo primário (e. g. *C. robinsii* A. Evans, *C. latiloba*, *C. symphy carpia* (Flörke) Fr.), sendo o talo secundário produzido muito raramente, enquanto em outras o talo primário nunca foi encontrado, embora seja esperada sua presença (AHTI, 2000).

Segundo Ahti (2000) a importância do talo primário para determinação das espécies é limitada, sendo que espécimes sem o talo secundário são, comumente, impossíveis de identificar.

O talo secundário geralmente é a parte mais desenvolvida (PARNMENN *et al.*, 2010) e é denominado de podécio quando apresenta funções tanto reprodutivas quanto vegetativas (HAMMER, 2001) como em *Cladonia* e *Pycnothelia* (AHTI, 2000) ou pseudopodécio quando apresenta somente função vegetativa (HAWKSWORTH *et al.*, 1995) como nos gêneros *Cladia* (AHTI, 2000) e *Ramalea* (GALLOWAY, 1985). De acordo com AHTI (1982, 2000) o podécio é parte do apotécio, ou seja, a estrutura que eleva e sustenta o disco himenial. Hammer (2000) destaca que o podécio pode ser considerado uma estrutura em que a função reprodutiva foi parcialmente alterada para a função fotossintética. Morfologicamente, os pseudopodécios são muito semelhantes a podécios, porém não estão envolvidos na formação dos apotécios (AHTI, 2000).

Os talos secundários são estruturas verticais ocas (BURGAZ; AHTI, 2009), com exceção de *Cladonia solida* Vain., cilíndricas, podendo variar desde pouco a muito ramificadas, constituindo assim importantes caracteres taxonômicos (AHTI, 2000).

Quanto ao padrão de ramificação, o talo secundário pode ser: dicotômico, tricotômico, tetracotômico ou politômico, onde a partir de um ponto de ramificação são produzidas duas, três, quatro ou muitas ramificações respectivamente. Ainda podem ser classificadas como isotômicas quando as ramificações são iguais em comprimento e espessura ou anisotômicas quando estas medidas diferem entre as ramificações. Contudo, esses padrões muitas vezes são difíceis de distinguir devido a variações morfológicas influenciadas pelas condições ambientais (AHTI, 2000).

As ramificações podem apresentar axilas abertas ou fechadas, sendo que as axilas abertas se originam tanto pela produção de ramificações ou pelo seu desenvolvimento posterior, no entanto, somente o primeiro caso é considerado um caráter taxonômico de grande importância, uma vez que perfurações posteriores são mecânicas, geralmente oriundas de crescimentos irregulares (AHTI, 2000).

Algumas espécies de *Cladonia* (e. g. *C. coccifera* (L.) Willd.) apresentam formato de taças, as quais são chamadas de cifas (HAMMER, 1993) e as mesmas podem apresentar picnídios e discos himeniais em sua margem, além de produzir ramificações vegetativas secundárias da sua margem ou mais raramente do centro (AHTI, 2000). Quando várias cifas desenvolvem-se sobrepostas recebem o nome de cifas verticiladas (AHTI; MARCELLI, 1995), e caracterizam muitas espécies do gênero *Cladonia* (AHTI, 2000). Ahti e Marcelli (1995) destacam que é entre as espécies verticiladas que ocorrem os representantes mais conspícuos desta família, podendo atingir mais de 35 cm de altura.

Quando as cifas, tanto do ápice dos podécios quanto das axilas, são dilatadas e perfuradas passam a ser denominadas de funis (AHTI, 2000). Hammer (1996b) elucida que cifas e funis possuem ontogenia distinta, embora estes dois termos sejam sinonimizados pela maioria dos autores.

A superfície dos talos secundários pode ser corticada, ecorticada ou corticoide (quando apresenta córtex pouco desenvolvido). Enquanto que nos gêneros *Cladia*, *Pycnothelia* e *Ramalea* os talos secundários são, via de regra, corticados (AHTI, 2000; GALLOWAY, 1985), em *Cladonia* a superfície pode variar de ecorticada, corticoide, parcialmente corticada até totalmente corticada (AHTI, 2000).

O córtex é pseudoparenquimatoso, compacto e pode ser areolado, verrucoso ou descontínuo (AHTI, 2000). Abaixo do córtex está a camada de algas, que pode ser contínua ou não, alojando os fotobiontes do gênero *Asterochloris* Tshermak-Woess (SKALLOUD; PEKSA, 2010) em glomérulos. Às vezes é muito difícil estabelecer o limite com a medula, que é formada por uma camada de hifas frouxas (BURGAZ; AHTI, 2009). Em *Pycnothelia* e na maioria das espécies de *Cladonia*, abaixo da medula está localizado o estereoma, ou medula interna (BURGAZ; AHTI, 2009), ausente em *Cladia*, *Ramalea* e algumas espécies de *Cladonia* (e.g. *C. leporina* Fr.) (AHTI, 2000). O estereoma representa o principal tecido de suporte do talo (HAWKSWORTH *et al.* 1995) e é formado por tecido cartilaginoso denso com disposição longitudinal das hifas, podendo apresentar superfície interna lisa, papilosa ou fibrosa (AHTI, 2000).

A reprodução vegetativa mais frequente nesta família ocorre por fragmentação do talo (BURGAZ; AHTI, 2009). Também são produzidos



sorédios, grânulos e esquâmulas. Os sorédios podem ser farinosos, granulosos ou raramente apresentar formato isidioide (AHTI, 2000). Em algumas espécies são formados grânulos corticados, estes são maiores que sorédios e tem aspecto lustroso, no entanto a distinção entre grânulos e sorédios nem sempre é uma tarefa fácil (AHTI, 2000). As esquâmulas geralmente são similares as do talo primário diferindo no tamanho, que é menor, e apresentam função reprodutiva. De acordo com o tamanho, as esquâmulas podem ser diferenciadas em micro ou macroesquâmulas (DAHL, 1952 *apud* AHTI, 2000).

No ápice dos podécios, pseudopodécios ou muito raramente sobre esquâmulas primárias são produzidos os apotécios (BURGAZ; AHTI, 2009). Os apotécios de Cladoniaceae são lecideínos e apresentam coloração vermelha ou variam desde marrom escuro, quase negro, a marrom claro (BURGAZ; AHTI, 2009).

Os ascos podem ter formato clavado ou cilíndrico (AHTI, 2000) e apresentam um engrossamento apical amiloide, com um canal central mais claro, rodeado por um tubo fortemente amiloide (BURGAZ; AHTI, 2009). Os ascósporos são hialinos, fusiformes, oito por asco, geralmente unicelulares (FLEIG; AHTI; STENROOS, 1995), e as paráfises são simples e septadas (BURGAZ; AHTI, 2009).

A maioria das espécies possui picnídios que, frequentemente, são formados antes do desenvolvimento dos discos himeniais (BURGAZ; AHTI, 2009). Podem variar de cilíndricos a globosos, dolioliformes e piriformes e o tamanho também é variável (AHTI, 2000). Geralmente são pretos, marrons ou vermelhos e podem estar presentes sobre as esquâmulas primárias ou nas extremidades do talo secundário (FLEIG; AHTI; STENROOS, 1995). Ahti (2000) destaca que o único caráter taxonômico utilizado para esta família relacionado a picnídios é a cor da mucilagem, que pode ser hialina ou vermelha.

Os conídios são simples, hialinos, variando de aciculares a falciformes (BURGAZ; AHTI, 2009) e geralmente são produzidos em abundância (AHTI, 2000).

## 1.4 Características quimiotaxonômicas

O estudo quimiotaxonômico nesta família é muito importante, sendo que a presença de compostos fenólicos secundários muitas vezes esclarece a taxonomia, e por isso os caracteres químicos são frequentemente usados como auxiliares dos morfológicos (FLEIG; AHTI; STENROOS, 1995).

As bases para o estudo quimiotaxonômico em Cladoniaceae foram estabelecidas em meados do século XX por Asahina e Evans (BURGAZ; AHTI, 2009).

De acordo com Ahti (2000), 60 compostos foram descritos para Cladoniaceae, sendo que apenas 30 são produzidos em altas concentrações ou com relevância taxonômica. Os principais compostos químicos encontrados nesta família são ácidos alifáticos, depsídios, depsidonas, dibenzofuranos e seus derivados, antraquinonas e triterpenóides (AHTI, 2000).

A presença de quimiotipos (variantes que são indistinguíveis morfológicamente, mas que diferem na composição química) é frequente em Cladoniaceae. A maioria das espécies produz somente um ou poucos compostos secundários em abundância, no entanto algumas espécies apresentam vários quimiotipos, como *Cladia aggregata* em que são registrados sete quimiotipos para a área neotropical (AHTI, 2000).

## 2 OBJETIVOS

Os objetivos do presente trabalho foram: realizar o levantamento da família Cladoniaceae, avaliando o número de espécies presentes em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil; caracterizar morfológica, química e ecologicamente as espécies encontradas; proporcionar meios para a identificação das mesmas através de chaves, ilustrações e descrições; contribuir para o conhecimento liquenológico no Sul do Brasil.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em áreas com altitude superior a 900 metros na Serra do Mar no Sul do Brasil. A Serra do Mar corresponde à escarpa montanhosa da borda oriental do Planalto Atlântico e se estende por cerca de 1000 quilômetros, do Estado do Rio de Janeiro até o Estado de Santa Catarina (SANTOS, 2004), constituindo assim a mais destacada feição orográfica da borda atlântica do continente sul americano (ALMEIDA; CARNEIRO, 1998).

A cobertura vegetal na Serra do Mar é predominantemente florestal, destacando-se a Floresta Ombrófila Densa, que domina desde as planícies litorâneas, até as partes mais altas das encostas em sua formação Altomontana (MOCOCHINSKI, 2006). Nas áreas mais elevadas os campos de altitude ganham destaque tendo uma vegetação composta principalmente por gramíneas e arbustos isolados. Estes ambientes estão sujeitos a condições ambientais peculiares, como por exemplo, temperaturas baixas, ventos fortes, solos rasos e pobres em nutrientes e a presença frequente de nuvens (MOCOCHINSKI, 2006).

As coletas e observações em campo foram realizadas nas seguintes localidades: Paraná no Pico Paraná, no Morro Caratuva, no Morro do Getúlio, no Morro Anhangava e no Morro dos Perdidos e em Santa Catarina no Monte Crista e arredores (Serra do Quiriri), Castelo dos Bugres, Serra Queimada e no Pico da Serra do Tabuleiro (figura 1).

O Pico Paraná (figura 2) (25°15'S e 48°48'O), ponto culminante do Sul do Brasil com 1887 metros, localiza-se no extremo norte da escarpa da Serra do Mar paranaense, entre os municípios de Campina Grande do Sul e Antonina, onde se encontra o maciço do Ibitiraquiri que possui cerca de 100 km<sup>2</sup>. A vegetação é composta em quase sua totalidade por Floresta Ombrófila Densa Montana e Altomontana e de campos gramíneos de altitude (TRAMUJAS, 2000).

O Morro Caratuva (25°14'S e 48°49'O) é o segundo ponto mais alto do Sul do Brasil com 1850 metros de altitude e está localizado entre os municípios de Antonina e Campina Grande do Sul. A vegetação é composta por Floresta

Ombrófila Densa Montana e Altomontana e campos gramíneos de altitude, sendo que no seu cume a planta característica é a Caratua (*Chusquea sp.*), uma espécie de bambu anão de altitude que dá nome a montanha (FAZENDA PICO PARANÁ, 2011).

O Morro do Getúlio (25°14'S e 48°50'O) também está localizado na divisa dos municípios de Antonina e Campina Grande do Sul e tem como altitude máxima 1230 metros (TRAMUJAS, 2000). Sua vegetação é predominantemente herbácea (LOZANO, 2010).

O Morro Anhangava (25°23'S e 49°00'O) está situado no Parque Estadual da Serra da Baitaca, localizado nos municípios de Quatro Barras e Piraquara (Região Metropolitana de Curitiba) e possui altitude máxima de 1420 metros. Sua vegetação é composta por Floresta Ombrófila Densa Montana e Altomontana, Floresta Ombrófila Mista e campos gramíneos de altitude (SIMÃO, 2008).

O Morro dos Perdidos (25°45'–25°50'S e 49°03'–49°06'O) está localizado na Serra de Araçatuba (área de proteção ambiental bem preservada), no município de Guaratuba, e possui uma área de 1440 hectares recoberta por Floresta Ombrófila Densa Montana e Altomontana e por campos gramíneos de altitude, com altitude máxima de 1439 metros (BROTTO; SANTOS; BAITILO, 2009).

O Monte Crista (figura 3) (26°04'56"S e 48°54'37"O) está localizado na Serra do Quiriri, região nordeste do Estado de Santa Catarina, município de Garuva. Seu pico está a 967 metros de altitude e suas formações florestais são a Floresta Ombrófila Densa Sub-Montana e Altomontana com a ocorrência de Matas Nebulares e Campos de Altitude (CARVALHO, 2011a).

O Castelo dos Bugres (26°13'S 49°03'O) é uma formação rochosa em forma de castelo com altitude de 998 metros, localizado no município de Joinville (PREFEITURA DE JOINVILLE, 2011). Sua vegetação é formada por Floresta Ombrófila Densa.

A Serra Queimada (26°07'14"S e 49°02'46"O) localiza-se no município de Joinville, com o pico a 1325 metros, o que representa a maior cota altimétrica do município (CARVALHO, 2011b). Sua vegetação é formada por Floresta Atlântica e em seu interior está localizada a nascente do Rio Cubatão

(ESTAÇÃO METEOROLÓGICA UNIVILLE, 2004), principal rio que abastece o município (PEREIRA, 2005).

O Pico da Serra do Tabuleiro (27°49'S e 48°53'O) apresenta altitude de 1250 metros e está localizado dentro do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro que é a maior unidade de conservação no Estado de Santa Catarina, ocupando aproximadamente 1% do seu território e aproximadamente 85 mil hectares abrangendo áreas de oito municípios. A vegetação do Parque é composta por Restinga, Mata de Pinhais, Floresta Pluvial da Encosta Atlântica, Mata Nebular e por Campos de Altitude da chapada da serra (FATMA, 2011).



Figura 1: Pontos de coleta: Estado do Paraná 1 a 5 - 1: Pico Paraná, 2: Morro Caratuva, 3: Morro do Getúlio, 4: Morro Anhangava, 5: Morro dos Perdidos. Estado de Santa Catarina 6 a 9 - 6: Monte Crista, 7: Castelo dos Bugres, 8: Serra Queimada e 9: Pico da Serra do Tabuleiro. Adaptado de Gumboski (2011).



Figura 2 - Pico Paraná, Estado do Paraná, ponto culminante do Sul do Brasil. Foto: Alice Gerlach



Figura 3 - Monte Crista, Estado de Santa Catarina. Foto: Emerson Luis Gumboski.

### **3.2 Coletas**

No Pico Paraná, Morro Caratuva, Morro do Getúlio e Morro Anhangava/PR as coletas foram realizadas mediante autorização de coleta do Instituto Ambiental do Paraná (IAP) número 306/11 e no Pico da Serra do Tabuleiro/SC com autorização da Fundação de Amparo Tecnológico ao Meio Ambiente (FATMA) número 12/2011. Foram realizados deslocamentos ao acaso, e os espécimes foram coletados, quando necessário com auxílio de facas, e colocados em sacos de papel ou em pequenas caixas forradas com papel macio para evitar quebra dos talos, como descrito em Marcelli (2006a).

A altitude e as coordenadas geográficas foram tomadas com auxílio de GPS. Também foram anotados dados como substrato, se em local sombreado ou exposto ao sol, se formavam aglomerados ou não. Quando talos de várias espécies desenvolviam-se entremeados foram anotadas quantas e quais espécies cresciam associadas.

### **3.3 Herborização e incorporação ao herbário**

Em laboratório, os exemplares foram limpos e secos em temperatura ambiente ou em estufa a baixa temperatura. Exemplares muito volumosos, com aspecto de almofada, foram reduzidos para a herborização. Após a secagem, foram acondicionados em envelope padrão ou em caixas com papel macio com seus dados de coleta transcritos e incorporados ao Herbário da Universidade Federal do Paraná (UPCB).

### **3.4 Revisão de herbário**

Foram estudados exemplares depositados nos herbários UPGB da Universidade Federal do Paraná, MBM da Prefeitura Municipal de Curitiba e também foram solicitados, por empréstimo, exemplares dos herbários SP do Instituto de Botânica de São Paulo e ICN da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

### 3.5 Análises morfológicas e anatômicas

As análises morfológicas do talo primário e secundário foram realizadas em microscópio estereoscópico (20–50X) e as análises anatômicas de estruturas reprodutivas e vegetativas (material confeccionado através de cortes à mão livre e montados em água) foram feitas em microscópio óptico (400–1000X), ambos com ocular com retículo graduado. Foram analisadas as seguintes estruturas de acordo com ficha descritiva de Marcelli (2006a), modificada por Gumboski (2011):

**TALO PRIMÁRIO:** persistente, evanescente ou ausente, tamanho, forma das esquâmulas ou grânulos, presença ou ausência de sorédios, aspecto da margem, presença ou ausência de rizinas; superfície superior: coloração, aspecto, presença ou ausência de pruína; superfície inferior: aspecto, cor da medula; espessura do córtex, espessura da medula; picnídios, presença ou ausência, distribuição, forma, cor, cor da mucilagem (incolor ou avermelhada), conídios, forma, comprimento e largura.

**TALO SECUNDÁRIO:** altura, espessura, cor, padrão da ramificação, modo de afilamento, presença ou ausência de cifas, forma, diâmetro, modo de proliferação (quando houver), cor das partes basais (necróticas ou não), presença ou ausência de perfurações, localização; superfície corticada ou não, aspecto, presença ou ausência de sorédios, altura do recobrimento, presença ou ausência de grânulos, altura do recobrimento, presença ou ausência de esquâmulas, forma e altura do recobrimento; presença ou ausência de córtex, espessura; presença ou ausência de medula, espessura; presença ou ausência de estereoma, espessura, cor; aspecto da superfície do canal central, diâmetro; presença ou ausência de discos himeniais, distribuição, cor, presença ou ausência de ascósporos, forma, comprimento, largura; presença ou ausência de picnídios, distribuição, forma, cor, cor da mucilagem (incolor ou avermelhada), presença ou ausência de conídios, forma, comprimento, largura.



### 3.6 Análises químicas

Para a identificação de metabólitos secundários de importância taxonômica foram realizados:

Testes de coloração de córtex e medula: teste K (Hidróxido de Potássio a 10%), teste C (água sanitária comercial) e teste KC (aplicação de K seguido imediatamente por C) segundo Taylor (1967, 1968). Estes testes foram realizados diretamente sobre o talo primário e secundário, consistindo na aplicação, utilizando um microcapilar, de uma gotícula de reagente, sobre o córtex e medula, sendo realizados sob microscópio estereoscópico. As reações negativas (sem alteração da cor) foram representadas pelo sinal “-” e as positivas (com alteração da cor) foram representadas pelo sinal “+”, seguido do nome da coloração resultante.

Observação do talo sob lâmpada UV (TAYLOR, 1967; 1968): consistiu na exposição do talo liquênico a luz ultravioleta.

Cromatografia em camada delgada (CCD) de acordo com Culberson e Ammann (1979): foram preparados extratos acetônicos dos talos liquênicos e dos controles, conforme a suposição dos compostos químicos presentes. Com auxílio de microcapilares os extratos foram aplicados em placas de sílica gel 60 F<sub>254</sub> da Merck, as quais foram colocadas em cubas previamente saturadas com o sistema de solventes C (tolueno – 170 ml: ácido acético – 30 ml). Após a corrida, as placas foram secas com secador de cabelo comum e em seguida expostas à luz UV, onde pigmentos e fluorescências foram cuidadosamente marcados com lápis de ponta suave. Para a revelação, as placas foram borrifadas com ácido sulfúrico a 10%, secas com secador de cabelo comum e aquecidas a 110°C por aproximadamente 10 minutos ou até o aparecimento das manchas. Após a revelação, as manchas foram marcadas com lápis de ponta macia e a placa exposta a luz UV para observação de possíveis substâncias fluorescentes. Para a identificação das substâncias liquênicas foram utilizadas tabelas e dados de Culberson e Ammann (1979) e de Elix, Johnston e Parker (1988).

### **3.7 Identificação dos espécimes e distribuição geográfica**

A identificação dos espécimes foi feita através de dados de literatura específica: Ahti (1980, 1983, 1986, 2000), Ahti e Marcelli (1995), Ahti e Stenroos (1995), Burgaz e Ahti (2009), Fleig; Ahti e Stenroos (1995), Gumboski (2011), Huovinen e Ahti (1986, 1988), Ruoss e Ahti (1989), Stenroos (1989a, 1989b, 1989 c) e Vainio (1887, 1894).

A distribuição geográfica foi obtida da mesma literatura utilizada para a identificação e segue a seguinte ordem: Oceania (Austrália, Nova Zelândia e grupo de ilhas no Oceano Pacífico), Ásia, Europa, África, América do Norte, América Central, América do Sul e Antártida. Os Estados brasileiros são referidos pela sigla oficial e em ordem alfabética: Acre – AC; Amazonas – AM; Bahia – BA; Distrito Federal – DF; Espírito Santo – ES; Goiás – GO; Mato Grosso – MT; Mato Grosso do Sul – MS; Minas Gerais – MG; Pará – PA; Paraíba – PB; Paraná – PR; Pernambuco – PE; Rio de Janeiro – RJ; Rio Grande do Sul – RS; Rio Grande do Norte – RN; Rondônia – RO; Roraima – RR; Santa Catarina – SC; São Paulo – SP; Sergipe – SE.

### **3.8 Descrições e Ilustrações**

Tanto as descrições como as ilustrações são apresentadas de acordo com as normas estabelecidas pelas revistas em que serão publicados os resultados.

Para as ilustrações foram utilizados scanner HP Scanjet G4050 em alta resolução (1200 dpi) e máquina fotográfica Sony DSC – HX1.

Para todas as espécies foram apresentados dados ecológicos a partir de observações em campo, distribuição geográfica, materiais examinados e comentários taxonômicos.

## 4 RESULTADOS

Foram coletados 457 exemplares que somados aos exemplares depositados nos herbários UPCB e MBM totalizam 858 exemplares analisados, incluídos em dois gêneros: *Cladia* e *Cladonia*. Todos os 66 espécimes do gênero *Cladia* pertencem à espécie *C. aggregata* e os outros 792 exemplares referem-se a 51 espécies de *Cladonia*.

### 4.1 Apresentação da dissertação

A dissertação está dividida em oito capítulos:

**Capítulo 01 – Notes on the chemical variation of the lichenized Ascomycota *Cladia aggregata* (Cladoniaceae) in the States of Paraná and Santa Catarina, Brazil.** Nota científica submetida à revista Acta Botanica Brasilica. Normas em anexo.

**Capítulo 02 – Verticillate *Cladonia* species (Lichenized Ascomycota) from high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil.** Capítulo publicado na revista Hoehnea (volume 40, número 1, páginas 87-97, 2013). Normas em anexo.

**Capítulo 03 – Espécies de *Cladonia* com cifas não verticiladas do Supergrupo *Cladonia* em ambientes de altitudes da Serra do Mar no Sul do Brasil.** Capítulo a ser submetido à revista Acta Botanica Brasilica. Normas em anexo.

**Capítulo 04 – Four new species of *Cladonia* from Southern Brazil.** Capítulo submetido à revista The Bryologist. Normas em anexo.

**Capítulo 05 – Espécies de *Cladonia* acifosas do Supergrupo *Cladonia* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil.** Capítulo a ser submetido à revista Hoehnea. Normas em anexo.

**Capítulo 06 – Espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Perviae* de ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil.**

Capítulo a ser submetido à revista *Hoehnea*. Normas em anexo.

**Capítulo 07 – Espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Crustaceae* de ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil.**

Capítulo a ser submetido à revista *Hoehnea*. Normas em anexo.

**Capítulo 08 – Espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Cocciferae* de ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil.** Capítulo a ser submetido à revista *Hoehnea*. Normas em anexo.

## **5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ACHARIUS, E. **Lichenographiae suecicae prodomus**. Linköping. 264 pp. 1798.

ACHARIUS, E. **Methodus lichenum**. Estocolmo. 393 pp. 1803.

ACHARIUS, E. **Lichenographia universalis**. Gottingae. 696 pp. 1810.

AHTI, T. Taxonomic studies on reindeer lichens (*Cladonia*, Subgenus *Cladina*). **Annales Botanici Societatis Zoologicae Botanicae Fennicae** “Vanamo”. Helsinki. 160 p. 1961.

AHTI, T. Nomenclatural notes on *Cladonia* species. **Lichenologist**, v. 12, n. 1, p. 125-133. 1980.

AHTI, T. The morphological interpretation of cladoniiform thalli in lichens. **Lichenologist**, v. 14, n. 2, p. 105-113. 1982.

AHTI, T. Taxonomic notes on some American species of the lichen genus *Cladonia*. **Annales Botanici Fennici**, v. 20, p. 1-7. 1983.

AHTI, T. New species and nomenclatural combinations in the lichen genus *Cladonia*. **Annales Botanici Fennici**, v. 23, p. 205-220. 1986.

AHTI, T. *Cladoniaceae*. **Flora Neotropica Monograph 78**, Organization for Flora Neotropica and New York Botanical Garden, Bronx. 362 p. 2000.

AHTI, T.; KASHIWADANI, H. The lichen genera *Cladia*, *Cladina* and *Cladonia* in Southern Chile. In H. Inoue (ed.): **Studies on Cryptogams in Southern Chile**. Kenseisha Ltd., Tokyo, p. 125-151. 1984.

AHTI, T.; MARCELLI, M. P. Taxonomy of the *Cladonia verticillaris* complex in South America. In: Farkas, E. E., Lücking, R., Wirth, V (eds.): Scripta Lichenologica - Lichenological Papers Dedicated to Antonín Vezda. **Bibliotheca Lichenologica**, J. Cramer, Berlin, Stuttgart, p. 5-26. 1995.

AHTI, T.; SOHRABI, M. A synopsis of Iranian *Cladonia* (Lichenes). **Flora Mediterranea**, v. 16, p. 139–144. 2006.

AHTI, T.; STENROOS, S. New species of *Cladonia* from Brazil. In: KNOPH, J. G. SCHRÜFER, K.; SIPMAN, H.J.M. (eds.): Studies in Lichenology with Emphasis on Chemotaxonomy, Geography and Phytochemistry. Festschrift Christian Leuckert. **Bibliotheca Lichenologica**, J. Cramer, Berlin, Stuttgart, p. 9-18. 1995.

ALMEIDA, F. F. M.; CARNEIRO, C. D. R. Origem e Evolução da Serra do Mar. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 28, n. 2, p. 135-150. 1998.

BRODO, I. M.; SHARNOFF, S. D.; SHARNOFF, S. **Lichens of North America**. New Haven and London, Yale University Press. 2001.

BROTTO, M. L.; SANTOS, E. P. dos; BAITELLO, J. B. *Lauraceae* no Morro dos Perdidos (Floresta Atlântica), Paraná, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, n. 2, p. 445-459. 2009.

BROWNE, P. **The civil and natural history of Jamaica**. London. 1756

BURGAZ, A. R.; AHTI, T. **Cladoniaceae. Flora Liquenológica Ibérica**. Volume 4. Sociedad Española de Lichenología (SEL), Madrid. 111 pp. 2009.

CARVALHO, R. J. de. Serra do Quiriri. **Jornal da Montanha**, n. 04. p. 4-5. 2011a.

CARVALHO, R. J. de. Geomorfologia. Comitê Cachoeira Joinville - CCJ. Disponível em: [http://www.cubataojoinville.org.br/caract\\_asp\\_fisicos.php?pg=geomorfologia](http://www.cubataojoinville.org.br/caract_asp_fisicos.php?pg=geomorfologia). Acesso em: 12/09/2011. 2011b.

CONRAN, J. G. Ramalea. *In*: **Flora of Australia**, v. 54, Lichens – Introduction, Lecanorales 1, Australian Government Publishing Service, Canberra. p. 148-149. 1992.

CULBERSON, C. F.; AMMANN, K. Standard method zur Dünnschichtchromatographie von Flechtensubstanzen. **Herzogia**, v. 5, p. 1-24. 1979.

DUVIGNEAUD, P. Remarques sur la Systématique des Lichens a “podédions”. **Bulletin du Jardin Botanique de l’État Bruxelles**, v. 17, p. 149-155. 1944.

ELIASARO, S. Checklist of lichens and lichenicolous fungi of Paraná (Brazil). 2006. Disponível em: [http://www.biologie.uni-hamburg.de/checklists/south-america/brazil\\_parana\\_l.htm](http://www.biologie.uni-hamburg.de/checklists/south-america/brazil_parana_l.htm). Acesso em: 20/01/2012.

ELIX, J. A; JOHNSTON, J.; PARKER, J. L. A computer program for the rapid identification of lichens products. **Mycotaxon**, v. 31, p. 89-99. 1988.

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA UNIVILLE. Dados geográficos. Prefeitura de Joinville. Disponível em: <[http://www.joinville.sc.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=126](http://www.joinville.sc.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=126)>. Acesso em: 12/09/2011.

FAZENDA PICO PARANÁ. Caratuva. Disponível em: <<http://fazendapicoparana.altamontanha.com/caratuva.asp>>. Acesso em: 16/08/2011.

FATMA. Fundação de Meio Ambiente, Governo do Estado de Santa Catarina. **Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Santa Catarina, Brasil.** (Texto adaptado do livro Parque Estadual da Serra do Tabuleiro – Retratos da Fauna e da Flora). Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br/index.php>>. Acesso em: 27/05/2011.

FILSON, R. B. A revision of the genus *Heterodea* Nyl. **Lichenologist**, v. 10, p. 13-25. 1978.

FILSON, R. B. A revision of the lichen genus *Cladia* Nyl. **Journal Hattori Botanical Laboratory**, n. 49, p. 1-75. 1981.

FLEIG, M. Líquens saxícolas, corticícolas e terrícolas do Morro Santana, Rio Grande do Sul. II. Espécies e novas ocorrências. **Pesquisas Botânicas**, v. 41, p. 33-50. 1990.

FLEIG, M. Lichens from “Casa de Pedra” and surroundings, Bagé, Rio Grande do Sul, Brasil. In DANIELS, F. J. A., SCHULZ, M., PEINE, J. (eds.). **Flechten Follman, Contributions to Lichenology in honour of Gerhard Follman.** University of Cologne, Alemanha, p. 415-426. 1995.

FLEIG, M.; AHTI, T.; STENROOS, S. A família *Cladoniaceae* (líquens) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Napaea**, v. 11, p. 1-29. 1995.

FLEIG, M.; GRÜNINGER, W. Líquens do Pomar Cisne Branco e arredores, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, n. 4, p. 67-78. 2000.

GALLOWAY, D. J. **Flora of New Zealand.** Lichens. Wellington New Zealand. 1985.

GUMBOSKI, E. L. ***Cladonia* (Cladoniaceae, Ascomycota Liqueenizados) em ambientes de Restingas e Costões Rochosos no Paraná e Santa Catarina.** 126 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2011.

GUMBOSKI, E. L.; ELIASARO, S. Checklist of lichenized fungi of Santa Catarina State (Brazil). **Mycotaxon**, v. 115, p. 534-536. 2011a.

GUMBOSKI, E. L.; ELIASARO, S. *Cladonia litoralis* (Cladoniaceae), a new species from southern Brazil. **The Bryologist**, v.114, n. 4, p. 665-667. 2011b.

GUMBOSKI, E. L.; ELIASARO, S.. Espécies de *Cladonia* P. Browne (Cladoniaceae, Ascomycota) dos Supergrupos *Cocciferae*, *Crustaceae* e *Perviae* em restingas e costões rochosos do Paraná e Santa Catarina, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** v. 26, n. 3, p. 619-631. 2012a.

GUMBOSKI, E. L.; ELIASARO, S.. Espécies de *Cladonia* P. Browne (Cladoniaceae, Ascomycota) do Supergrupo *Cladonia* em restingas e costões rochosos dos Estados do Paraná e de Santa Catarina, Brasil. **Hoehnea** v. 39, n. 2. p. 315-337. 2012b.

HAMMER, S. Development in *Cladonia ochrochlora*. **Mycologia**, v. 85, n. 1, p. 74-92. 1993.

HAMMER, S. Prothallus structure in *Cladonia*. **Bryologist**, v. 99, n. 2, p. 212-217. 1996a.

HAMMER, S. Meristem initials: distinguishing characters in two *Cladonia* species. **Bryologist**, v. 99, n. 4, p. 397-400. 1996b.

HAMMER, S. Meristem growth dynamics and branching patterns in the *Cladoniaceae*. **American Journal of Botany**, v. 87, n. 1, p. 33-47. 2000.

HAMMER, S. Lateral growth patterns in the *Cladoniaceae*. **American Journal of Botany**, v. 88, n. 5, p. 788-796. 2001.

HAWKSWORTH, D. L.; KIRK, P. M.; SUTTON, B. C.; PEGLER, D. N. **Dictionary of the Fungi**, 8 ed. Cambridge. Cambridge University Press. 616 pp. 1995.

HILL, J. **A general natural history**. Vol. 2. The history of plants. London. 1751.



HUOVINEN, K.; AHTI, T. The composition and contents of aromatic lichen substances in the genus *Cladina*. **Annales Botanici Fennici**, v. 23, p. 93-106. 1986.

HUOVINEN, K.; AHTI, T. The composition and contents of aromatic lichen substances in *Cladonia* section *Perviae*. **Annales Botanici Fennici**, v. 25, p. 371-383. 1988.

INDEX FUNGORUM. Disponível em: <http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>. Acesso em: 01/02/2012.

JØRGENSEN, P. M., JAMES, P. W., JARVIS, C. E. Linnaean lichen names and their typification. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.117, p. 261-405. 1994.

KREMPELHUBER, A, VON. **Geschichte und Litteratur der Lichenologie von den ältesten Zeiten bis zum Schlusse des Jahres 1865**. Selbstverlag, München. i-xi, 1-616 pp. 1967.

KREMPELHUBER, A, VON. **Geschichte und Litteratur der Lichenologie von den ältesten Zeiten bis zum Schlusse des Jahres 1865**. Selbstverlag, München. i-vi, 1-776 pp. 1969.

LOZANO, E. D. Regeneração natural de área alterada por fogo na Serra do Mar Paranaense. Projeto de Pesquisa PUC-PR. 11 p. 2010.

LUMBSCH, H. T.; HUHDORF, S. M. Outline of Ascomycota – 2007. **Myconet** v. 13, n. 1, p. 25-26. 2007.

LUMBSCH, H. T.; AHTI, T.; PARNMEN, S. Proposal to conserve *Cladia* against *Heterodea* (Ascomycota). **Taxon**, v. 59, n. 2, p. 643. 2010.

MARCELLI, M. P. Ecologia líquênica nos Manguezais do Sul-Sudeste Brasileiro. **Bibliotheca Lichenologica**, v. 47, p. 1-288. 1992.

MARCELLI, M. P. History and current knowledge of Brazilian lichenology. *In*: MARCELLI, M. P. & SEAWORD, M. R. D. (eds.). **Lichenology in Latin America: History, current knowledge and applications**, p. 25-45. CETESB, São Paulo. 1998.

MARCELLI, M. P. **Diversidade morfológica em *Cladonia* e *Cladina* (*Cladoniaceae*; *Ascomycetes* liquenizados) e seu uso na diferenciação de espécies**. *In*: Livro de resumos Primeira Reunião Brasileira de Estudos Liqueenológicos. Caraca. p. 99-110. 2006a.

MARCELLI, M. P. Fungos liquenizados. *In*: XAVIER FILHO, L.; LEGAZ, M. E.; CORDOBA, C. V. & PEREIRA, E. C. **Biologia dos Líquens**. Rio de Janeiro, Ed. Âmbito Cultural. p. 23-74. 2006b.

MATTICK, F. Systembildung und Phylogenie der Gattung *Cladonia*. **Botany Zentralbl**, v. 58, p. 215-234. 1938.

MATTICK, F. Übersicht der Flechtengattung *Cladonia* in neuer systematischer Anordnung. **Repertorium Speciarum Novarum Regni Vegetabilis**, v.49, p. 140-168. 1940.

MOCOCHINSKY, A. Y. **Campos de Altitude na Serra do Mar Paranaense: aspectos florísticos e estruturais**. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006.

MÜLLER, J. **Lichenologische Beiträge Flora** 32, v. 5. 1889.

MÜLLER, J. Lichenes Schenckiani. A cl. Dr. H. Schenck, Bonnensi, in Brasiliae orientalis prov. Santa Catharina, Paraná, Rio de Janeiro, Minas Geraes et Pernambuco lecti. **Hedwigia**, v. 30, p. 219-234. 1891a.

MÜLLER, J. Lichenes Catharinenses a cl. E. Ule in Brasilia prov. Santa Catharina lecti. **Hedwigia**, v. 30, p. 235-243. 1891b.

OSORIO, H. S. Contribution to the lichen flora of Brazil VII. Lichens from Morro do Côco, Viamão, Rio Grande do Sul. **Phytologia**, v. 48, n.1, p. 72-76. 1981.

OSORIO, H. S. Contribution to the lichen flora of Brazil XIV. Lichens from Gramado, Rio Grande do Sul State. **International Journal of Mycology and Lichenology**, v. 2, n.1, p. 43-50. 1985.

OSORIO, H. S. Contribution to the lichen flora of Brazil XXX. Additional records from the municipality of Canela, Rio Grande do Sul. **Mycotaxon**, v. 51, p. 175-177. 1994.

OSORIO, H. S. Contribution to the lichen flora of Brazil. XXXIV. Lichens from Laguna, Santa Catarina State. **Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo**, v. 6, n. 108, p.1-4. 1997.

OSORIO, H. S.; FLEIG, M. Contribution to the lichen flora of Brazil. IX. Lichens from the municipality of Torres, Rio Grande do Sul State. **Mycotaxon**, v. 14, n.1, p. 347- 350. 1982.

OSORIO, H. S.; FLEIG, M. Contribution to the lichen flora of Brazil. XVII. Lichens from São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul State. **Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo**, v. 4, n. 74, p.1-4. 1986a.

OSORIO, H. S.; FLEIG, M. Contribution to the lichen flora of Brazil XVIII. Lichens from Itaimbezinho, Rio Grande do Sul State. **Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo**, v. 4, n.75, p. 1-8. 1986b.

OSORIO, H. S.; FLEIG, M. Contribution to the lichen flora of Brazil. XX. Additional records from São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul State. **Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo**, v. 5, n. 85, p. 1-7. 1988.

OSORIO, H.S.; FLEIG, M.. Contribution to the lichen flora of Brazil. XXV. Lichens from Parque Náutico, Santa Maria, Rio Grande do Sul State. **Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo**, v. 5, n.89, p. 1-4. 1989.

OSORIO, H. S.; FLEIG, M.. Contribution to the lichen flora of Brazil. XXVI. Lichens from «Vale do Diabo», Rio Grande do Sul State. **Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo**, v. 5, n. 92, p.1-6. 1990a.

OSORIO, H. S.; FLEIG, M. Contribution to the lichen flora of Brazil. XXVII. Additions and corrections to the RioGrande do Sul lichen flora. **Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo**, v. 5, n. 96, p. 1-6. 1990b.

OSORIO, H. S.; FLEIG, M. Contribution to the lichen flora of Brazil. XXIV. Lichens from Nova Petrópolis, Rio Grande do Sul State. **Mycotaxon**, v. 36, n. 2, p. 325-327. 1990c.

OSORIO, H. S.; FLEIG, M. Contribution to the lichen flora of Brazil. XXVIII. Lichens from northern Santa Maria, Rio Grande do Sul State. **Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo**, v. 5, n.96, p. 1-7. 1991.

OSORIO, H. S.; FLEIG, M. Contribution to the lichen flora of Brazil. XXXI. Lichens from Julio de Castilhos, Rio Grande do Sul State. **Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo**, v. 5, n.101, p. 1-7. 1994.

OSORIO, H. S., HOMRICH, M.H. Contribution to the Lichen Flora of Brazil IV. Lichens from southern Rio Grande do Sul State. **The Bryologist**, v. 81, n. 3, p. 452-454. 1978.

OSORIO, H. S.; MARTINS, C. S. A. Contribution to the lichen flora of Brazil V. Three interesting records from Rio Grande do Sul. **Phytologia**, v. 46, n.4, p. 229-230. 1980.

OSORIO, H. S.; AGUIAR, L. W.; HOMRICH, M. H. Contribution to the lichen flora of Brazil VI. New or additional records from Rio Grande do Sul State. **Bryologist**, v. 84, p. 79-81. 1981.

PARNMEN, S.; LUMBSH, H. T. New combinations in the genus *Cladia*. **Lichenologist**, v. 44, n. 2, p. 297-298. 2002.

PARNMEN, S.; RANGSIRUJI, A.; MONGKOLSUK, P.; BOONPRAGOB, K.; ELIX, J. A.; LUMBSCH, H. T. Morphological disparity in Cladoniaceae: The genus *Heterodea* evolved from fruticose *Cladia* species (Lecanorales, lichenized Ascomycota). **Taxon**, v. 59, n. 3, p. 841-849. 2010.

PEREIRA, M. E. **Compartilhando a Gestão dos Recursos Hídricos: Joinville e o Rio Cubatão**. 142 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental). Universidade de São Paulo, São Paulo. 2005.

PREFEITURA DE JOINVILLE. Disponível em <[http://www.jve.sdr.sc.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=102&Itemid=211](http://www.jve.sdr.sc.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=102&Itemid=211)>. Acesso em: 16/08/2011.

RUOSS, E.; AHTI, T. Systematics of some reindeer lichens (*Cladonia* subg. *Cladina*) in the southern hemisphere. **Lichenologist**, v. 21, p. 29-44. 1989.

SANTOS, A. R. dos. **A grande barreira da Serra do Mar: da trilha dos Tupiniquins à Rodovia dos Imigrantes**. São Paulo, Editora O nome da Rosa. 2004.

SIMÃO, C. **Caracterização florística e espectro biológico de Refúgios Vegetacionais Altomontanos no Morro Anhangava, Parque Estadual Serra da Baitaca, Paraná**. 62 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2008.

SKALLOUD, P.; PEKSA, O. Evolutionary inferences based on ITS Rdna and actin sequences reveal extensive diversity of the common lichen alga *Asterochloris* (Trebouxiophyceae, Chlorophyta). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 54, p.36-46. 2010.

SPIELMANN, A. A. Checklist of lichens and lichenicolous fungi of Rio Grande do Sul (Brazil). **Série Biologia**, v. 18, n. 2, p. 7-125. 2006.

STENROOS, S. Taxonomy of the *Cladonia coccifera* group. 1. **Annales Botanici Fennici**, v. 26, p. 157-168. 1989a.

STENROOS, S. Taxonomic revision of the *Cladonia miniata* group. **Annales Botanici Fennici**, v. 26, p. 237-261. 1989b.

STENROOS, S. Taxonomy of the *Cladonia coccifera* group. 2. **Annales Botanici Fennici**, v. 26, p. 307-317. 1989c.

STENROOS, S.; HYVONEN, J.; MYLLYS, L.; THELL, A.; AHTI, T. Phylogeny of the Genus *Cladonia* s. lat. (*Cladoniaceae*, Ascomycetes) Inferred from Molecular, Morphological, and Chemical Data. **Cladistics**, v. 18, p. 237–278. 2002a.

STENROOS, S.; MYLLYS, L.; THELL, A.; HYVONEN, J. Phylogenetic hypothesis: Cladoniaceae, Stereocaulaceae, Baeomycetaceae, and Icmadophilaceae revisited. **Mycological Progress**, v. 1, n. 3, p. 267-282. 2002b.

TAYLOR, C. J. **The lichens of Ohio. Part I. Foliose lichens.** The Ohio Biological Survey. The Ohio State University Press, Columbia. 1967.

TAYLOR, C. J. **The lichens of Ohio. Part II. Fruticose and dimorphic lichens.** The Ohio Biological Survey. The Ohio State University Press, Columbia. 1968.

TEHLER, A.; WEDIN, M. Systematics of lichenized fungi. In: NASH, T. H. III **Lichen Biology**. 2 ed. Cambridge University press. p. 336- 352 . 2008.

TRAMUJAS, A. de P. **A vegetação de Campos de Altitude (Áreas de Refúgio) no Maciço Ibitiraquiri - Serra do Mar no Estado do Paraná.** 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

TUCKERMAN, E. An enumeration of some lichens of New England with remarks. **Boston journal of natural history**, v. 2, p. 245-261. 1838.

VAINIO, E. A. Monographia Cladoniarum Universalis I. **Acta Societatis Pro Fauna et Flora Fennica**, v. 4, 509 pp. 1887.

VAINIO, E. A. Étude sur la classification naturelle et la morphologie des Lichens Du Brésil, pars secunda. **Acta Societatis Pro Fauna et Flora Fennica**, v. 7, parte 2, 256 pp. 1890.

VAINIO, E. A. Monographia Cladoniarum Universalis II. **Acta Societatis Pro Fauna et Flora Fennica**, v. 10, 498 pp. 1894.

VAINIO, E. A. Monographia Cladoniarum Universalis III. **Acta Societatis Pro Fauna et Flora Fennica**, v. 14, 268 pp. 1897.

WEDIN, M.; DORING, H.; EKMAN, S. Molecular phylogeny of the lichen families *Cladoniaceae*, *Sphaerophoraceae* and *Stereocaulaceae* (Lecanorales, Ascomycotina). **Lichenologist**, v. 32, p. 171-187. 2000.

WIGGERS, F. H. **Primitiae Florae Holsaticae**. Kiliae. p. 90. 1780.

ZAHLBRUCKNER, A. Beiträge zur Flechtenflora Brasiliens. **Bulletin de L'Herbier Boissier**, série 2, v. 8, p. 459-568. 1908.

1 Capítulo 01, submetido à revista Acta Botanica Brasilica no dia 05 de setembro de 2012.

2  
3 **Notes on the chemical variation of the lichenized Ascomycota *Cladia aggregata* (Cladoniaceae) in**  
4 **the States of Paraná and Santa Catarina, Brazil**

5  
6 Ana Marcia Charnei<sup>1,2</sup>, Sionara Eliasaro<sup>1</sup>  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná, Departamento de Botânica, Laboratório de Lichenologia, 81531-970, Curitiba, PR, Brasil. Caixa Postal 19031.

<sup>2</sup> Autor para correspondência: acharnei@yahoo.com.br



33 **ABSTRACT** – (Notes on the chemical variation of the lichenized Ascomycota *Cladia aggregata*  
34 (Cladoniaceae) in the States of Paraná and Santa Catarina, Brazil). The chemical compounds of *Cladia*  
35 *aggregata* from the States of Paraná and Santa Catarina were analysed, resulting in five chemotypes.  
36 They are: (1) barbatic and 4-O-demethylbarbatic acids; (2) barbatic, 4-O-demethylbarbatic and  
37 homosekikaic acids; (3) barbatic, 4-O-demethylbarbatic and diffractaic or barbatic and diffractaic acids;  
38 (4) barbatic, 4-O-demethylbarbatic and fumarprotocetraric acids and (5) barbatic, 4-O-demethylbarbatic  
39 and stictic acids.

40 Key words: barbatic acid, diffractaic acid, fumarprotocetraric acid, homosekikaic acid, stictic acid.

41

42 **RESUMO** – (Notas sobre a variação química de *Cladia aggregata* (Cladoniaceae), Ascomycota  
43 liquenizado, nos Estados do Paraná e Santa Catarina, Brasil). Foram analisados os compostos químicos de  
44 *Cladia aggregata* dos Estados do Paraná e Santa Catarina, resultando em cinco quimiotipos. São eles: (1)  
45 ácidos barbático e 4-O-dimetilbarbático; (2) ácidos barbático, 4-O-dimetilbarbático e homosequicáico; (3)  
46 ácidos barbático, 4-O-dimetilbarbático e difractáico ou ácidos barbático e difractáico; (4) ácidos  
47 barbático, 4-O-dimetilbarbático e fumarprotocetrário e (5) ácidos barbático, 4-O-dimetilbarbático e  
48 estético.

49 Palavras-chave: ácido barbático, ácido difractáico, ácido fumarprotocetrário, ácido homosequicáico,  
50 ácido estético.

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

*Cladia aggregata* (Sw.) Nyl. is a very variable species and according (Ahti 2000) its total chemical variation is wider than known in other Cladoniaceae. In the revision of the genus *Cladia*, Filson (1981) treated this species in a broad sense and reported 21 compounds. Kantvilas & Elix (1999) revised the *C. aggregata* complex in Tasmania and identified in *C. aggregata sensu str.* six chemotypes. Information on the chemical composition of Brazilian specimens of *C. aggregata* can be found in Filson (1981), Ahti *et al.* (1993), Fleig *et al.* (1995), Ahti (2000) and Cruz *et al.* (2009).

The study is based on 41 specimens from the Herbaria UPCB and MBM. The chemical constituents were identified using standardized methods for thin layer chromatography (Culbertson & Ammann 1979). The diffractaic acid was confirmed by Dr. Honda (Universidade Federal do Mato Grosso do Sul).

All specimens contain barbatic acid as a constant chemical constituent and at least one other substance, and are grouped into five chemotypes. Most of the specimens analyzed (68.3%) contained only 4-O-demethylbarbatic acid together with barbatic acid (chemotype 1). This result agrees with that published by Kantvilas & Elix (1999) and Ahti (2000).

Chemotype 2, containing homosekikaic acid combined with 4-O-demethylbarbatic and barbatic acids, accounted for 22% of specimens. This is an unexpected result as homosekikaic acid is a rare compound in *Cladia aggregata*, and was not found in specimens from Chile (Ahti & Kashiwadani 1984), New Zealand (Galloway 1985), Melanesia (Stenroos 1988), Tasmania (Kantvilas & Elix 1999), Australia (Filson 1992) and Malaysia (Zakaria *et al.* 2000). Although it was detected in specimens from Brazil by Filson (1981), it was not found in the samples studied by Ahti (2000) in Neotropics.

Chemotype 3, containing diffractaic acid as the major compound, occurred in 4.9% of samples. Ahti (2000) reports this compound only in specimens from Uruguay and Venezuela. The depside barbatic acid, the major compound in the others four chemotypes, was found in small quantities in this chemotype and 4-O-demethylbarbatic acid was not detected in one specimen.

Only 2.4% of the studied thalli belong to chemotype 4 (fumarprotocetraric acid together with 4-O-demethylbarbatic and barbatic acids). The production of fumarprotocetraric acid is reported by Fleig *et al.* (1995) for specimens from Rio Grande do Sul but was regarded as very rare. Ahti (2000) detected this compound in specimens from Mexico to Uruguay but notifies that it is only produced in greater concentrations in specimens from Ecuador and Chile.

Chemotype 5, containing stictic acid combined with 4-O-demethylbarbatic and barbatic acids also was found in only 2.4% of the specimens. According to Ahti (2000), specimens with these compounds are common to the Andean region of Colombia and Venezuela as well to the Brazilian states of Bahia and Minas Gerais.

No correlation was observed between the morphology of the specimens and the chemotypes 1, 2, 3 and 5. The specimens are morphologically homogeneous, and in all of them the sterile pseudopodetia

are up to 9 cm high and 0.3—1.5 mm thick. On the other hand, the specimen with fumarprotocetraric acid has sterile pseudopodetia more robust, up to 11 cm high and 3.0 mm thick, an observation also reported by Ahti (2000) to Ecuadorian specimens. It is possible that the specimens belonging to chemotype 4 represent a different species within the *Cladia aggregata* complex in the Neotropics but more complex studies are needed, including ecological and molecular analyzes.

## Acknowledgments

We thank to Dr. Neli Honda by confirming the identity of diffractaic acid and CAPES (Coordenadoria de Aperfeiçoamento Pessoal do Ensino Superior) for granting a Mastership to Charnei.

## References

- Ahti, T. 2000. Cladoniaceae. **Flora Neotropica Monograph 78**: 1- 362.
- Ahti, T. & Kashiwadani, H. 1984. The Lichen Genera *Cladia*, *Cladina* and *Cladonia* in Southern Chile. *In*: H. Inoue (ed.): **Studies on Cryptogams in Southern Chile**. Kenseisha Ltd., Tokyo, p. 125-151.
- Ahti, T.; Stenroos, S. & Xavier Filho, L. 1993. The lichen family Cladoniaceae in Paraiba, Pernambuco and Sergipe, Northeast Brazil. **Tropical Bryology 7**: 55-70.
- Cruz, M. B.; Pereira, E. C. G.; Silva, N. H.; Mota-Filho, F. O. & Martins, M. C. B. 2009. Monitoramento da ação do formaldeído sobre *Cladia aggregata* (Líquén), em condições de laboratório. **Caminhos da geografia 10** (29): 76-87.
- Culberson, C. F. & Ammann, K. 1979. Standard method zur Dünnschicht chromatographie von Flechtensubstanzen. **Herzogia 5**: 1-24.
- Filson, R. B. 1981. A revision of the lichen genus *Cladia* Nyl. **Journal Hattori Botanical Laboratory 49**: 1-75.
- Filson, R. B. 1992. Cladiaceae. *In*: **Flora of Australia**, v. 54, Lichens – Introduction, Lecanorales 1, Australian Government Publishing Service, Canberra. p. 101-107.
- Fleig, M.; Ahti, T. & Stenroos, S. 1995. A família Cladoniaceae (líquens) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Napaea 11**: 1-29.
- Galloway, D. J. 1985. **Flora of New Zealand**. Lichens. Wellington New Zealand. 662 pp.
- Kantvilas, G. & Elix, J. A. 1999. Studies on the genus *Cladia* Nyl. in Tasmania: the *C. aggregata* complex. **Muelleria 12** (2): 135-162.
- Stenroos, S. 1988. The family Cladoniaceae in Melanesia. 4. The genera *Cladia*, *Cladina*, *Calathaspis* and *Thysanothecium*. **Annales Botanici Fennici 25**: 207-217.
- Zakaria, Z.; Din, L. B.; Latiff, A. & Elix, J. A. 2000. Notes on the Morphology and Chemical Constituents of the Lichen *Cladia aggregata* (Sw.) Nyl. in Peninsular Malaysia. **Malayan Nature Journal 54** (1): 27-30.

Capítulo 02, submetido à revista *Hoehnea* no dia 24 de outubro de 2012.

Aceito no dia 30 de janeiro de 2013.

**Verticillate *Cladonia* species (Lichenized Ascomycota) from high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil**

Ana Marcia Charnei<sup>1,2</sup> & Sionara Eliasaro<sup>1</sup>

**Summarized title: Verticillate *Cladonia* species from Serra do Mar in Southern Brazil**

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná, Departamento de Botânica, Laboratório de Liquenologia, 81531-970, Curitiba, PR, Brasil. Caixa Postal 19031.

<sup>2</sup>Autor para correspondência: [acharnei@yahoo.com.br](mailto:acharnei@yahoo.com.br)

**ABSTRACT** – (Verticillate *Cladonia* species (Lichenized Ascomycota) from high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil). In a survey of the species of *Cladonia* occurring in high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil, eight species with verticillate podetia were found. *Cladonia clathrata* and *C. imperialis* are new records for the Southern Brazil; *C. flagellaris*, *C. penicillata* and *C. verticillaris* are new to the State of Santa Catarina; *C. calycanthoides* and *C. rappii* are new to the Paraná. Their detailed descriptions, an identification key, illustrations and taxonomical remarks are provided.

Key words: biodiversity, lichenized fungi, Paraná, Santa Catarina.

**RESUMO** – (Espécies verticiladas de *Cladonia* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil). Em um levantamento das espécies de *Cladonia* ocorrentes em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil, foram encontradas oito espécies com podécio verticilado. *Cladonia clathrata* e *C. imperialis* são novas citações para a região Sul do Brasil; *C. flagellaris*, *C. penicillata* e *C. verticillaris* são novas para o Estado de Santa Catarina; *C. calycanthoides* e *C. rappii* são novas para o Paraná. São fornecidas descrições detalhadas, chave de identificação, ilustrações e comentários taxonômicos.

Palavras-chave: biodiversidade, fungos liquenizados, Paraná, Santa Catarina.

## Introduction

The genus *Cladonia* P. Browne is very abundant and diverse in environments above 900 m in Serra do Mar in Southern Brazil, but is still poorly studied. Although there are known 51 species for the States of Paraná and Santa Catarina (Ahti & Marcelli 1995, Ahti 2000, Gumboski & Eliasaro 2011a-b, Gumboski & Eliasaro 2012a-b), these records are mostly for species occurring in coastal areas and plateaus of the interior of these States. Concerning to species in high-altitude environments of the Serra do Mar in Southern Brazil (above 900 meters of altitude) the only reference is Ahti (2000) that records *C. ceratophylla* (Sw.) Spreng., *C. crispatula* (Nyl.) Ahti, *C. furfuracea* Vain. and *C. penicillata* (Vain.) Ahti & Marcelli, for the State of Paraná.

This study focuses on a group of *Cladonia* species, formerly treated as *Cladonia verticillaris* complex, that have podetia with repeatedly centrally proliferating scyphi. This group of species was studied by Ahti & Marcelli (1995) who recognized eleven taxa, all of them confined to South America.

## Materials and methods

The Serra do Mar extends for about 1000 km from the States of Rio de Janeiro to Santa Catarina (Santos 2004). In the State of Paraná, it comprises a chain of mountains with peaks higher than 1800 m of altitude and in the northern of Santa Catarina, it ceases to exist as a unit orographic and is in parallel strands of mountains and isolated hills (Almeida & Carneiro 1998). The lower regions of the Serra do Mar are characterized by humid subtropical climate (Cfa) under the Koppen Climate Classification with hot summers and in the higher parts, by super humid subtropical climate (Cfb of Koppen), with mild summers and lower thermal averages (IAPAR 2012, Blum *et al.* 2011). The Serra do Mar is covered by dense rain forest formations (“Floresta Ombrófila Densa”), classified as Montana (between 400-1000 meters) and High-Montana (above 1000 meters) (IBGE 1992). In the uppermost parts, the rainforest is replaced by high-altitude grasslands which are composed primarily by grasses and isolated shrubs.

The field studies were conducted in several hills and mountains of the Serra do Mar in the States of Paraná and Santa Catarina between coordinates 25°03' and 27°49' S and 48°32' and 49°03' W, in environments ranging from 900 to 1887 meters (figure 1), including the two highest mountains of Southern Brazil, the Pico do Paraná (1887 m) and Morro Caratuva (1850 m). The specimens were collected according Brodo *et al.* (2001) and were studied under dissecting and light microscopes using standard microscopic techniques. Lichen substances were determined by spot tests, UV light (Taylor 1967, 1968) and thin layer chromatography (TLC) in solvent C (toluene, glacial acetic acid 10:1) (Culberson & Ammann 1979, Elix & Ernst-Russell 1993). Voucher specimens are deposited in the Herbarium of Universidade Federal do Paraná (UPCB). Additional specimens preserved in MBM are also studied.

### **Results and discussion**

The verticillate *Cladonia* is represented in high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil by eight species. The distribution of *C. imperialis* Ahti & Marcelli, formerly considered to be endemic to Serra da Mantiqueira in the States of Minas Gerais, Rio de Janeiro and São Paulo (Ahti & Marcelli 1995, Ahti 2000) is here extended to Southern Brazil. The distribution of *C. clathrata* Ahti & L. Xavier is also extended to Southern Brazil. *Cladonia flagellaris* Ahti & Marcelli, *C. penicillata* and *C. verticillaris* (Raddi) Fr. are reported for the first time to State of Santa Catarina and *C. calycanthoides* (Vain.) Ahti & Marcelli and *C. rappii* A. Evans to State of Paraná.

*Cladonia calycanthoides*, *C. clathrata* and *C. fissidens* Ahti & Marcelli are the rarest species in the study area, while *C. rappii* and *C. verticillaris* are the most common.

### **Key to the species of verticillate *Cladonia* from high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil**

1. Scyphi tightly perforated to completely clathrate in basal scyphi ..... 2. *C. clathrata*
- 1'. Scyphi imperforate to variably perforated but not clathrate
  2. Scyphi with toothed margins, imperforate ..... 7. *C. rappii*
  - 2'. Scyphi with laciniated margins, perforated
    3. Podetia with melanotic base
      4. Surface of podetia smooth, without pruinose ..... 5. *C. imperialis*
      - 4'. Surface of podetia arachnoid, with pruinose ..... 4. *C. flagellaris*
    - 3'. Podetia without melanotic base
      5. Scyphal margins with tuft of black and squarrose rhizines (penicillate) .... 6. *C. penicillata*
      - 5'. Scyphal margins not penicillate
        6. Podetia up to 3.6 cm tall and forming up to 4 tiers scyphi ..... 3. *C. fissidens*
        - 6'. Podetia 5—20 cm tall and forming 6—10 tiers scyphi
          7. Scyphi 0.3—0.9 cm wide, pruinose when young ..... 1. *C. calycanthoides*
          - 7'. Scyphi mainly 1.1—2.0 cm wide, never pruinose ..... 8. *C. verticillaris*

**1. *Cladonia calycanthoides*** (Vain.) Ahti & Marcelli, Biblioth. Lichenol. 58: 9, 1995.

Type: BRAZIL. MINAS GERAIS: Caraça, 1885, *Vainio s.n.* (lectotype designated by Ahti & Marcelli, 1995, TUR-V 18342).

Figure 2

Primary thallus not seen. Podetia 5.0—7.0 cm tall, 0.5—1.2 mm thick, whitish-grey to greenish-grey, not melanotic at base, usually simple to rarely with two or three proliferations from scyphal center; podetial surface corticate, smooth to slightly verrucose, maculate, slightly glossy, basal regions often cracked to seldom smooth, soredia, granules and squamules absent; scyphi forming 6—8 tiers, which are 0.3—0.9 cm wide, with internodes 0.4—1.3 cm, pruinose only on apical scyphi; scyphal margins laciniate, laciniae frequently branched 1—2 times, rarely 3 times, flattened near scyphal margins to cylindrical at the extremities, mainly erhizinate or with sparse



inconspicuous rhizines with up to 0.4 mm long; upper side of scyphal plates corticate, perforated, brown; lower surface of scyphal plates almost completely corticate, whitish-grey to greenish-grey, not veined; cortex 15—25 µm thick; medulla 150—180 µm thick; stereome 80—130 µm thick, hyaline to yellowish, poorly delimited from medulla; surface of central canal slightly papillated and grooved; hymenial discs at tips of laciniae, brown, immature; ascospores absent; conidiomata uncommon, brown, pyriform, slime hyaline; conidia slightly curved to falciform,  $6\text{--}9 \times 1$  µm.

Chemistry: K-, C-, KC-, UV-. TLC: Fumarprotocetraric acid.

This species is characterized by the small scyphi, 0.3—0.9 cm wide, with laciniate margins, pruinose when young and by the surface of podetia maculate (Ahti & Marcelli 1995). The shape and size of conidia are described for the first time for this species.

*Cladonia verticillaris* is a similar species but has scyphi with larger diameter, mainly 1.1—2.0 cm, and does not produce pruinose. *Cladonia dissecta* Ahti is also similar in having pruinose at the apical regions and has the size of the podetia and the number and width of the scyphi similar. However, *C. dissecta* has strongly laciniate scyphi and longitudinal fissures and perforations on the surfaces of podetia. It also differs chemically by the occasional production of atranorin (Ahti 2000).

*Cladonia penicillata* also resembles *C. calycanthoides* but has dense black squarrose rhizines, up to 3.0 mm long, around the scyphal margins.

It is rare in study area, where was found only one specimen on thin layer of sediments on rock.

Distribution: Brazil, in Serra da Mantiqueira and Serra do Espinhaço in the States of MG (Vainio 1894 - as *C. verticillaris* f. *calycanthoides* Vain.) and in Serra Geral in RS (Ahti 2000). It is reported here for the first time from PR.

Specimens examined: BRAZIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Morro Tucum, 1736 m, 16-V-2006, *E. Barbosa* & *E. Marinero* 1413 (MBM).

**2. *Cladonia clathrata*** Ahti & L. Xavier in Ahti *et al.*, Trop. Bryol. 7:58, 1993.

Type: BRAZIL. PARAÍBA: Alhandra, 120 m, 1987, *Ahti & Xavier Filho 45697* (holotype JPB; isotypes B, H, NY, SP).

Figure 3

Primary thallus not seen. Podetia 5.0—12.0 cm tall, 0.1—0.2 cm thick, whitish-green, not melanotic at base, however slightly brownish, frequently simple to rarely with two proliferations from scyphal center; podetial surface corticate, smooth; soredia, granules, squamules and pruinose absent; scyphi forming 8—10 tiers, with 0.8—1.0 cm wide, internodes 1.2—1.8 cm, scyphal margins toothed, teeth whitish, usually simple to seldom dichotomously branched, cylindrical, hollows, erhizinate; upper side of scyphal plates corticate, perforated, completely clathrate in basal scyphi; lower surface of scyphal plates corticate, not veined; cortex 15—25  $\mu\text{m}$  thick; medulla 160—200  $\mu\text{m}$  thick; stereome 120—150  $\mu\text{m}$  thick, well delimited from medulla, hyaline to yellowish; surface of central canal papillated; hymenial discs and conidiomata absent.

Chemistry: K-, C-, KC-, UV-. TLC: Fumarprotocetraric acid and traces of physodalic acid.

*Cladonia clathrata* is characterized by having numerous perforations on the scyphal plates, making the plates clathrate with age, which makes it easily differentiated from all other species of this group.

In the exemplar studied, the podetia are longer than was reported by Ahti *et al.* (1993) in the original descriptions (2—4.5 cm tall). Marcelli (personal communication) also observed specimens of *C. clathrata* from Serra do Itatiaia with longer podetia. As the species is known from few specimens the variation in the size of the podetia is not yet established, and it is possible that the development of podetia could be influenced by altitude, as observed in *C. imperialis* (see under this species).

The single specimen occurring in the study area has the podetial surface smooth, not felty as described by Ahti *et al.* (1993), however all other morphological characters are according to the original description.

The only specimen found was growing among mosses on rock shade place.

Distribution: Brazil, primarily in Northeast Brazil, particularly on sandy habitats near the coast, in the States of BA, PB, PE, SE, with extensions to ES, MG (Ahti *et al.* 1993) and SP (Ahti 2000). It is reported here for the first time from PR.

Specimens examined: BRAZIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Morro Caratuva, 25°24'S and 48°49'W, 1850 m, 06-VII-2011, A. M. Charnei *et al.* 171 (UPCB).

**3. *Cladonia fissidens*** Ahti & Marcelli *in* Ahti *et al.* Biblioth. Lichenol., 55, 1995.

Type: BRAZIL. MINAS GERAIS: Caeté, Serra da Piedade, 1330 m, 1990, Marcelli, Nash & Gries 8935 (holotype H; isotype H).

#### Figure 4

Primary thallus persistent to evanescent, consisting of lobed to lacinate squamules, with up to  $3.8 \times 4.0$  mm, margins smooth, without rhizines, soredia and granules absent; upper surface green to brown, corticate; lower surface white, ecorticate, not veined; cortex 60—85  $\mu$ m thick; medulla 60—120  $\mu$ m thick; conidiomata absent. Podetia 1.3—3.6 cm tall, 0.4—0.8 mm thick, brownish, not melanotic at base, usually branched, with up to four branched from scyphal center; podetial surface corticate, smooth, soredia, granules and pruine absent; scyphi forming 1—4 tiers, which are 0.15—0.6 cm wide, internodes 0.4—0.9 cm; scyphal margins strongly lacinate, with squamules normally absent to scarce up to 0.4 mm long, laciniae terete, always dichotomously branched 1—3 times, recurved, hollows, erhizinate; upper side of scyphal plates corticate, perforated, brown; lower side of scyphal plates corticate, greyish, not veined; cortex 10—20  $\mu$ m thick; medulla 100—120  $\mu$ m thick; stereome 55—75  $\mu$ m thick, well delimited from medulla, hyaline to yellowish; surface of central canal smooth; hymenial discs absent; conidiomata scarce, on short pedicels in scyphal margins, globose to dolioliform, brown, slime absent; conidia absent.

Chemistry: K-, C-, KC-, UV-. TLC: Fumarprotocetraric acid and traces of physodalic acid.

*Cladonia fissidens* is easily recognized by the small, 1.3—3.6 cm, brown podetia and only specimens of *C. verticillaris* with underdeveloped podetia could be confused with this species.

However, in *C. verticillaris* the scyphi are wider (up to 2.0 cm) and the scyphal margins have abundant squamules, while in *C. fissidens* the scyphi are 0.15—0.6 cm wide and the scyphal margins normally have no squamules.

It is a rare species in the study area, where was found only one specimen growing among mosses on rock in exposed place, isolated from other species of the genus.

Distribution: Brazil, along Serra da Mantiqueira and Serra do Espinhaço in the States of MG and RJ and Serra do Mar, in the State of PR (Ahti 2000).

Specimens examined: BRAZIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Morro do Getúlio, 25°14'S and 48°50'W, 1230 m, 06-VII-2011, A. M. Charnei et al. 131 (UPCB).

**4. *Cladonia flagellaris*** Ahti & Marcelli, Biblioth. Lichenol. 58: 18, 1995.

Type: BRAZIL. SÃO PAULO: Peruíbe, Reserva Ecológica Juréia-Itatins, Marcelli & Yano 23721 (holotype, SP; isotype, H).

Figure 5

Primary thallus not seen. Podetia 3.0—10.0 cm tall, 0.4—2.0 mm thick, whitish-grey, strongly melanotic at base, usually simple to seldom with two proliferations from scyphal center; podetial surface corticate, areolate, arachnoid, soredia and granules absent, slightly pruinose; scyphi 4—11 tiers, with 0.4—1.1 mm wide, internodes 0.6—1.7 cm; scyphal margins usually with squamules up to 0.7 mm long, always strongly laciniated, sometimes totally laciniated, laciniae always dichotomously branched 2—4 times, flattened at the base, cylindrical at the apex, hollows, recurved, extremities darkened and erhizinate; upper side of scyphal plates areolate, perforated, mainly at the basal scyphi; lower side of scyphal plates areolate, not veined; cortex (0—)10—40 µm thick; medulla 80—120 µm thick; stereome 50—80 µm thick, poorly delimited from medulla, basal region always darkened, hyaline to yellowish in the upper regions; surface of central canal papillated; hymenial discs absent; conidiomata on the scyphal margins, brown, scarce, globose, slime hialyne; conidia slightly curved to falciform, 6—8 × 1 µm.

Chemistry: K-, C-, KC-, UV-. TLC: Fumarprotocetraric acid.

This species is distinguished by the whitish-grey podetia with a distinctly melanotic base, the podetial surface arachnoid and pruinose and by the scyphi deeply laciniate.

The specimens reach up to 10.0 cm tall and the scyphi form up to 11 tiers and thus are more developed than those reported by Gumboski & Eliasaro (2012b) that describe, for specimens from the rocky shores in Paraná, podetia with 1.5—6.0 cm and 3—6 tiers. It is possible that the development of podetia could be influenced by altitude, as observed in *C. imperialis* (see under this species).

*Cladonia flagellaris* is similar to *C. imperialis* in having a strong melanotic base and podetial surface corticate, but the latter has greyish-green to brownish-green podetia, up to 31.0 cm tall, the scyphi form 8—17 tiers, the podetial surface is smooth, epruinose and distinctly venate. Furthermore, in *C. imperialis* the stereome is well delimited from medulla.

*Cladonia crinita* (Delise ex Persoon) Ahti also has the podetial surface arachnoid and scyphi deeply laciniate, but can be separated by the absence of a melanotic base and has a central canal with longitudinal cartilaginous ridges (Ahti & Marcelli 1995, Ahti 2000) which are absent in *C. flagellaris*.

According to Ahti (2000), *Cladonia flagellaris* occurs on rock outcrops in semiopen habitats from sea level to 2300 meters altitude. Gumboski & Eliasaro (2012b) reports this species in litoral of Paraná, in a partially shaded rocky shore, developing directly on rocks or on bryophytes. In the study area however *C. flagellaris* was found mainly growing directly on the soil and uncommonly on a thin layer of sediments on the rock, frequently isolated from other *Cladonia* species.

Distribution: Brazil, in the States of MG (Ahti & Marcelli 1995), PR (Ahti 2000), RJ and SP (Ahti & Marcelli 1995). It is reported here for the first time from SC.

Specimens examined: BRAZIL. SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, Monte Crista, 26°04'56"S and 48°54'37"W, 970 m, 01-X-2009 *F. Beilke s. n.* (UPCB); 15-V-2010, *E. Gumboski & F. Beilke* 1986, 1987, 1992 (UPCB). Joinville, Serra Dona Francisca, Castelo dos

Bugres, 26°13'41"S and 49°03'33"W, 998 m, 07-I-2011, *E. Gumboski & F. Beilke 2216* (UPCB).  
Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'00"S and 48°53'07"W, 1250 m, 13-VIII-2011, *A. M. Charnei et al. 314, 370, 372, 399* (UPCB).

**5. *Cladonia imperialis*** Ahti & Marcelli, *Biblioth. Lichenol.* 58: 19, 1995.

Type: BRAZIL. MINAS GERAIS: Itamonte, Parque Nacional do Itatiaia, Agulhas Negras, 1993, *Marcelli, Ahti & Yano 28055* (holotype S, isotype B, FH, H, NY, RB).

Figure 6

Primary thallus not seen. Podetia 7.0—31.0 cm tall, 0.9—2.2 mm thick, greyish-green to brownish-green, strongly melanotic at base, frequently simple to rarely with up to three proliferations from scyphal center; podetial surface corticate, smooth, basal region cracked and upper regions areolate, soredia, granules and pruine absent; scyphi forming 8—17 tiers, with 0.6—3.0 cm wide, internodes 1.0—2.5 cm; scyphal margins with squamules up to 0.8 mm long, mainly on young scyphi, always laciniate, laciniae dichotomously branched 2—4 times, usually recurved, flattened at the scyphal base, cylindrical and usually open near the apex, hollows, often erhizinate or with scarce rhizines with up to 1.1 mm long, black, at the lacinial apex of the older scyphi; upper side of scyphal plates corticate, perforated; lower side of scyphal plates ecorticate, whitish, veined, veins darkened in the older scyphi; cortex (0—) 50—90 µm thick; medulla 200—300 µm thick; stereome 100—180 µm thick, well delimited from medulla, basal region always darkened, hyaline to yellowish in the upper regions; surface of central canal furrowed; hymenial discs absent; conidiomata frequent, on short pedicels at scyphal margins, light brown to dark brown, dolioliform to globose, slime hyaline; conidia falciform, 7—9 (—10) × 1 µm.

Chemistry: K-, C-, KC-, UV-. TLC: Fumarprotocetraric acid and traces of physodalic acid.

The podetia in *Cladonia imperialis* are very distinctive and tall, up to 31.0 cm, and according Stocker-Wörgötter (2010) this species is probably the tallest known terricolous lichen wordwilde with a very high growth rate in the natural environment.

Although this species is easily identified, even in the field, due to their size, specimens with less developed podetia could be confused with *Cladonia flagellaris* (see under this species).

In the field was observed that the podetia are longer as altitude increases. The specimens occur only in high-altitude grasslands, from 1600 meters, and at this altitude they are infrequent and do not exceed 11 cm tall, while at 1850 meters they reach 31 cm and are more abundant. As the localities where they were found are very difficult to access and are rarely visited, it is unlikely that this difference is a result of anthropogenic disturbances. Stocker-Wörgötter (2010) studied the development of this species under culture conditions and found that stress by desiccation has a very positive effect on podetia morphogenesis, the tallest podetia are formed when the agar culture have completely dried. As the higher regions of Serra do Mar are fairly open and consequently receive more sunlight and occur more strong winds it is possible that these environmental conditions could be influencing the development of podetia.

*Cladonia imperialis* was found only in the two highest mountains of Paraná, and in these sites, at altitudes above 1800 m, it is very abundant, forming extensive mats, growing alone or intermixed with other species of *Cladonia* as *C. verticillaris*, *C. confusa* R. Sant. and *C. crispatula* (Nyl.) Ahti. Most specimens are terricolous but some were found on decaying vegetation and on thin layer of sediment on rocks.

Distribution: It was believed that this species was endemic to the Serra da Mantiqueira, with records only for States MG, RJ e SP in the southeastern Brazil (Ahti & Marcelli 1995, Ahti 2000). Here its distribution is extended to Southern Brazil, Paraná State.

Specimens examined: BRAZIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Morro Caratuva, 25°24'S and 48°49'W, 1600 m, 14-VI-2009, V. Ariati 294 (UPCB); 1700 m, 06-VII-2011, A. M. Charnei et al 167; 1850 m, 06-VII-2011, A. M. Charnei et al. 158, 160, 173, 179, 183, 199 (UPCB); Pico Paraná, 25°15'S and 48°48'W, 1650 m, 04-VII-2010, R. Rislow s. n. (UPCB); 1800 m, 06-VII-2011, A. M. Charnei et al. 211 (UPCB).

**6. *Cladonia penicillata* (Vain.) Ahti & Marcelli, Biblioth. Lichenol. 58: 19, 1995.**

Type: BRAZIL. MINAS GERAIS: Caraça, 1885, *Vainio s. n.* (lectotype designated by Ahti & Marcelli, 1995, TUR-V 18351).

Figure 7

Primary thallus not seen. Podetia (5.0—) 7.0—12.0 cm tall, 1.2—2.0 mm thick, greyish-green to greyish-brown, not melanotic at base, but occasionally brownish-yellow, frequently simple to rarely with up three proliferations from the scyphal center; podetial surface corticate, soredia, granules and pruinose absent; scyphi forming 5—9 (—11) tiers, with 1.0—2.3 cm wide, internodes 0.7—1.5 cm; scyphal margins with few squamules up to 0.7 mm long, lacinate, laciniae always branched 2—4 times, branched varying from dichotomy to polytomy, flattened at the scyphal base, cylindrical at the apex, hollow, with dense squarrose rhizinae with up to 3.0 mm long, black, mainly at the laciniae apex of basal scyphi; upper side of scyphal plates corticate, perforated; lower side of scyphal plates corticate, areolate, veined; cortex 20—30  $\mu\text{m}$  thick; medulla 140—200  $\mu\text{m}$  thick; stereome 70—100  $\mu\text{m}$  thick, well delimited from medulla, hyaline to yellowish; surface of central canal slightly furrowed; hymenial discs absent; conidiomata scarce, on the lacinial apex, brown, globose, slime hyaline; conidia falciform, 7—8 (—9)  $\times$  1  $\mu\text{m}$ .

Chemistry: K-, C-, KC-, UV-. TLC: Fumarprotocetraric acid.

The most diagnostic character of this species, as the species name indicates, is the production of tufts of black squarrose rhizinae along the scyphal margins (Ahti & Marcelli 1995).

*Cladonia imperialis* and *C. verticillaris* also produce rhizines along the scyphal margins, but these are always sparse and inconspicuous, never as dense and long as in *C. penicillata*.

It was found growing isolated from other species of *Cladonia*, mainly on mosses or thin layer of sediment on rocks. The specimen *A. M. Charnei et al. 221* was the only lignicolous found among all specimens of verticillate *Cladonia* throughout the study area.

Distribution: *Cladonia penicillata* is restricted to regions with high altitudes in Brazil (Ahti 2000). It is cited for the States of BA (Ahti 2000), ES, GO (Ahti & Marcelli 1995), MG (Vainio



1894 – as *C. verticillaris* var. *flagellata* Vain. and *C. verticillaris* var. *penicillata* Vain.), PR, RJ, RS and SP (Ahti & Marcelli 1995). This is the first citation for SC.

Specimens examined: BRAZIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Capivari, 1600 m, 04-III-2007, *P. B. Schwartsburd* 1239 (UPCB); 1200 m, 24-VIII-1989, *V. Nicolack & O. S. Ribas* 35 (MBM); Serra do Ibitiraquire, Pico Paraná, 25°15'S and 48°48'W, 1800 m, 06-VII-2011, *A. M. Charnei et al.* 221 (UPCB). Piraquara, Serra Marumbi, Morro do Bruninho, 25°23'03"S and 49°00'16"W, 1230 m, 04-XI-2011, *A. M. Charnei* 466, 467, 468 (UPCB). SANTA CATARINA: Joinville, Serra Dona Francisca, Castelo dos Bugres, 26°13'S and 49°03'W, 998 m, 07-I-2011, *E. Gumboski & F. Beilke* 2223, 2243 (UPCB). Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S and 48°53'W, 1250 m, 13-VIII-2011, *A. M. Charnei et al.* 343, 349 (UPCB).

**7. *Cladonia rappii*** A. Evans, Trans. Connecticut Acad. Arts 38: 297, 1952.

Type: UNITED STATES OF AMERICA. FLORIDA: Seminole Co. Sanford, 1942, *Rapp s. n.*, Sandstede: Cladon. exs. 1938 p.p. (holotype US; isotype UPS).

Figure 8

Primary thallus generally evanescent to rarely persistent, consisting of lobed squamules, 1.0—2.3 × 2.0—4.0 mm, margins smooth, without rhizines, soredia and granules absent; upper surface green, corticate; lower surface white, ecorticate, not veined; cortex 50—90 µm thick; medulla 75—140 µm thick; conidiomata absent. Podetia (1.5—) 3.0—10.0 cm tall, 0.7—2.3 mm thick, greenish-grey to brownish, usually melanotic at base, mainly simple to seldom with up to six proliferations from the scyphal center; podetial surface corticate areolate, often smooth to occasionally furrowed and broken, soredia, granules and pruine absent; scyphi forming (3—) 5—12 tiers, with 2.1—7.0 mm wide, internodes 0.4—1.2 cm; scyphal margins toothed, flat or recurved, erhizinate, sometimes with squamules up to 0.5 mm long; upper side of scyphal plates corticate, not perforated; lower side of scyphal plates corticate areolate, not veined; cortex 20—30 µm thick; medulla 200—220 µm thick; stereome 80—100 µm thick, well delimited from medulla, hyaline to

yellowish; surface of central canal furrowed; hymenial discs 0.4—1.3 mm wide, frequent, brown to blackish-brown, usually on short pedicels at the scyphal margins; ascospores oblong,  $10\text{--}12 \times 3\text{--}4 \mu\text{m}$ ; conidiomata frequent, globose, dark brown, generally on the scyphal margins to infrequently on short pedicels, slime hyaline; conidia falciform,  $7\text{--}8 \times 1 \mu\text{m}$ .

Chemistry: K-, C-, KC-, UV-. TLC: Fumarprotocetraric acid.

*Cladonia rappii* can be easily distinguished from other species in the study area by the scyphi with upper side not perforated and margins toothed.

According Ahti (2000), the podetial surface of *Cladonia rappii* is minutely pruinose-arachnoid, especially in young parts, however this characteristic was not observed in any of the specimens studied. The same author reports that *C. rappii* is a very variable species which could contain more than one taxon, and the delimitations from *C. cervicornis* (Ach.) Flot. are in need of closer analysis.

It closely resembles *C. verticillata* (Hoffm.) Schaer. ( $\equiv$  *C. cervicornis* subsp. *verticillata* (Hoffm.) Ahti), a verticillate species not known in the Neotropics (Ahti & Marcelli 1995), however this species, according to Brodo *et al.* (2001), has more gradually expanding scyphi that remain slightly concave, even when proliferating.

Although this is the first record of *Cladonia rappii* to the State of Paraná, this is the most common verticillate species and one of the most common *Cladonia* in Serra do Mar in Southern Brazil, occurring in almost all sites studied and also found among the unidentified specimens in herbaria, thus indicating how this group is poorly known in Southern Brazil.

It grows on mosses, thin layer of soil or sediment on rock, mostly isolated from other species of the genus, but it was also found intermixed with *C. verticillaris*, *C. confusa* and *C. crispatula*.

Distribution: According Fleig *et al.* (1995) this species has a wide distribution in tropical and temperate regions. Known in Oceania (Stenroos 1988), Asia (Wei 1991), Africa (Ahti 2000), North America (Evans 1952 *apud* Moore 1968), Central America (Ahti 2000) and South America

(Lopez-Figueiras 1986) in Bolivia (Feuerer *et al.* 1998), Brazil (Fleig *et al.* 1995), Colombia, Ecuador, Peru (Ahti 2000) and Venezuela (Lopez-Figueiras 1986). In Brazil it is known in the States of MG, RJ (Ahti 2000), RS (Fleig *et al.* 1995) and SC (Ahti 2000). This is the first record for PR.

Specimens examined: BRAZIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Capivari, Morro Capivari Grande, 30-IV-2000, *Brock, F. L. s. n.* (UPCB); 1200 m, 24-VIII-1989, *V. Nicolack & O. S. Ribas 43* (MBM); Serra do Ibitiraquire, Morro do Getúlio, 25°14'S and 48°50'W, 1230 m, 06-VII-2011, *A. M. Charnei et al. 128, 134, 135, 149* (UPCB). Bocaiúva do Sul, Serra da Bocaina, 1300 m, 06-01-2001, *O. S. Ribas & E. Barbosa 3184* (MBM). Morretes, Serra Marumbi, 1100 m, 19-I-1995, *O. S. Ribas et al. 786* (MBM). Quatro Barras, Serra da Baitaca, Morro Anhangava, 25°23'S and 49°00'W, 1420 m, 14-VII-2011, *A. M. Charnei et al. 245, 263* (UPCB). Piraquara, Serra Marumbi, Morro do Canal, 29-V-2002, *S. Eliasaro 2255* (UPCB); Morro do Bruninho, 25°23'03"S and 49°00'16"W, 1230 m, 04-XI-2011, *A. M. Charnei 465* (UPCB). Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos Perdidos, 25°53'S and 48°57'W, 1260 m, 31-VIII-2002, *S. Eliasaro 2490* (UPCB); IV-2010, *J. Rigon s. n.* (UPCB); 15-IV-2011, *A. M. Charnei et al. 18, 50, 53, 65* (UPCB). SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, 26°03'S and 48°56'W, 1164 m, 07-V-2011, *A. M. Charnei et al. 89, 91* (UPCB). Campo Alegre, Serra do Quiriri, 26°00'52"S and 49°00'39"W, 900 m, 26-XII-2011, *E. Gumboski & F. Beilke 3248, 3254, 3257* (UPCB). Joinville, Serra Queimada, 26°07'14"S and 49°02'46"W, 1240 m, 04-IX-2011, *A. M. Charnei & F. Beilke 425* (UPCB). Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S and 48°53'W, 1250 m, 13-VIII-2011, *A. M. Charnei et al. 382, 386* (UPCB).

**8. *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fr., Lichenogr. Eur. Reform. 465. 1831.**

Type: BRAZIL. RIO DE JANEIRO: *Raddii s. n.* (sintype FI-n.v).

Figure 9

Primary thallus not seen. Podetia 5.0—10.0 (—20.0) cm tall, 0.7—2.0 mm thick, greyish-green to greyish-brown, not melanotic at base, however occasionally yellowish to brownish, frequently simple to seldom with up to four proliferations for the scyphal center; podetial surface corticate, broken at base, soredia, granules and pruine absent; scyphi forming 6—10 tiers, with (0.9—) 1.1—2.0 cm wide, internodes 0.8—1.5 cm, scyphal margins with abundantly squamules with up to 1.1 cm long, laciniate, laciniae dichotomously branched 2—4 times, flattened at the scyphal margins and cylindrical at the apex, hollows, recurved, usually with black rhizines at the laciniae apex with up to 1.0 mm long; upper side of scyphal plates corticate, perforated; lower side of scyphal plates whitish, often ecorticate to occasionally areolate, not veined; cortex 20—35  $\mu$ m thick; medulla 140—150  $\mu$ m thick; stereome 80—90  $\mu$ m thick, well delimited from medulla, hyaline to yellowish; surface of central canal slightly furrowed; hymenial discs absent; conidiomata on the lacinial apex or on the scyphal margins, light brown to dark brown, globose to dolioliform, slime hyaline; conidia slightly curved to falciform,  $7\text{—}8 \times 1 \mu\text{m}$ .

Chemistry: K-, C-, KC-, UV-. TLC: Fumarprotocetraric acid and traces of physodalic acid.

*Cladonia verticillaris* is characterized by the whitish-green to greenish-brown podetia, the necrotic base yellow to brownish, scyphal upper surface perforated and margins with squamules (Ahti & Marcelli 1995).

The most similar species are *Cladonia calycanthoides* and *C. fissidens* and the differences among these species have been presented when both were treated (see under these species).

It is common in the study area, found on decaying vegetation, soil and on thin layer sediments on rock, either alone or intermixed with other Cladoniaceae, as *Cladia aggregata* (Sw.) Nyl., *Cladonia confusa* and *C. crispatula*. In Morro Caratuva and Pico Paraná, it was often found developing together with *C. imperialis*.

Distribution: *Cladonia verticillaris* occurs from sea level to 1500 meters (Ahti 2000).

Known only in South America, in Brazil (Vainio 1894 - as *C. verticillaris* var. *foliata* (Meyer) Vain.) and Venezuela (Vareschi 1973). In Brazil it is known in the States of BA, ES, GO (Ahti

2000), MG, PB (Ahti *et al.* 1993), PE (Vainio 1984 - as *C. verticillaris* var. *foliata*), PR (Ahti & Marcelli 1995), RJ (Vainio 1984 - as *C. verticillaris* var. *foliata*) and RS (Fleig *et al.* 1995). This is the first citation for SC.

Specimens examined: BRAZIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Morro Caratuba, 25°24'S and 48°49'W, 1850 m, 06-VII-2011, A. M. Charnei *et al.* 181 (UPCB). Morretes, Serra Marumbi, Pico Marumbi, 1100 m, XII-1998, M. Borgo *s. n.* (UPCB). Piraquara, Serra Marumbi, Morro do Vigia, 28-III-2000, F. L. Brock 12 (UPCB). Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos Perdidos, 25°53'02"S and 48°57'35"W, 1200 m, 04-XII-1998, E. P. Santos *et al.* 687 (UPCB); *ibid.* 1300 m, 21-I-1994, R. Kummrov *et al.* 3402 (MBM). SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, Monte Crista, 26°04'56"S and 48°54'37"W, 970 m, 15-V-2010, E. Gumboski & F. Beilke 1956, 1973 (UPCB). Campo Alegre, Serra do Quiriri, 26°01'35"S and 48°58'57"W, 1300 m, 03-II-2012, E. Gumboski *et al.* 3276 (UPCB). Joinville, Serra Dona Francisca, Castelo dos Bugres, 26°13'41"S and 49°03'33"W, 998 m, 07-I-2011, E. Gumboski & F. Beilke 2227, 2235, 2240, 2241, 2256, 2264 (UPCB); *ibid.* 12-VIII-2011, A. M. Charnei *et al.* 417 (UPCB). Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S and 48°53'W, 1250 m, 13-VIII-2011, A. M. Charnei *et al.* 331, 342, 366, 373, 375, 390, 402 (UPCB).

### Acknowledgements

We are grateful to Alice Gerlach, Emerson Gumboski, Flávio Beilke, Vanessa Ariati and Victor Batista for their assistance in the field. Very special grateful thanks to Emerson Gumboski for his support and enthusiasm. We thank the curator of MBM for the loan of specimens. We also thank FATMA (Fundação do Meio Ambiente) and IAP (Instituto Ambiental do Paraná) for the permission to collect and CAPES (Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) for granting a Mastership to Charnei.

## References

- Ahti, T.** 2000. Cladoniaceae. Flora Neotropica 78, Organization for Flora Neotropica and New York Botanical Garden, Bronx. 362 p.
- Ahti, T. & Marcelli, M. P.** 1995. Taxonomy of the *Cladonia verticillaris* complex in South America. *In*: E. E. Farkas; R. Lücking & V. Wirth (Eds.). Scripta Lichenologica - Lichenological Papers Dedicated to Antonín Vezda. Bibliotheca Lichenologica 58: 5-26.
- Ahti, T.; Stenroos, S. & Xavier Filho, L.** 1993. The lichen family Cladoniaceae in Paraíba, Pernambuco and Sergipe, Northeast Brazil. Tropical Bryology 7: 55-70.
- Almeida, F. F. M. & Carneiro, C. D.** 1998. Origem e Evolução da Serra do Mar. Revista Brasileira de Geociências 28 (2) 135-150.
- Blum, C. T.; Roderjan, C. V. & Galvão, F.** 2011. O clima e sua influência na distribuição da Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, Paraná. Floresta 41(3): 589-598.
- Brodo, I. M.; Sharnoff, S. D. & Sharnoff, S.** 2001. Lichens of North America, New Haven and London, Yale University Press. 795 pp.
- Culberson, C. F. & Ammann, K.** 1979. Standard method zur Dünnschicht chromatographie von Flechtensubstanzen. Herzogia 5: 1-24.
- Elix, J. A. & Ernst-Russell, K.D.** 1993. A Catalogue of Standardized Thin Layer Chromatographic Data and Biosynthetic Relationships for Lichen Substances. 2<sup>nd</sup> Ed. Australian National University Canberra.
- Evans, A. W.** 1952. The *Cladoniae* of Florida. Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences 38: 249-336.
- Feuerer, T., Ahti, T & Vitikainen, O.** 1998. Lichenological investigations in Bolivia. *In*: M. P. Marcelli & M. R. D. Seaward (eds): Lichenology in Latin America: History, current knowledge and applications, pp. 71-86. CETESB, Sao Paulo.
- Fleig, M., Ahti, T. & Stenroos, S.** 1995. A família Cladoniaceae (liquens) no Rio Grande do Sul, Brasil. Napaea 11: 1-29.

- Gumboski, E. L. & Eliasaro, S.** 2011a. *Cladonia litoralis* (Cladoniaceae), a new species from southern Brazil. *The Bryologist* 114(4): 665–667.
- Gumboski, E. L. & Eliasaro, S.** 2011b. Checklist of lichenized fungi of Santa Catarina State (Brazil). *Mycotaxon* 115: 535.
- Gumboski, E. L. & S. Eliasaro.** 2012a. Espécies de *Cladonia* P. Browne (Cladoniaceae, Ascomycota) dos Supergrupos *Cocciferae*, *Crustaceae* e *Perviae* em restingas e costões rochosos dos Estados do Paraná e de Santa Catarina, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 26(3): 619-631.
- Gumboski, E. L. & Eliasaro, S.** 2012b. Espécies de *Cladonia* P. Browne (Cladoniaceae, Ascomycota) do Supergrupo *Cladonia* em restingas e costões rochosos dos Estados do Paraná e de Santa Catarina, Brasil. *Hoehnea* 39(2): 315-337.
- IAPAR. Instituto Agrônomo do Paraná.** 2012. Cartas climáticas do Paraná.  
<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863> (acesso 21/08/2012).
- IBGE.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1992. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Depto. de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro. IBGE. (Manuais Técnicos de Geociências, nº 1). 92 pp.
- Lopez-Figueiras, M.** 1986. Censo de macrolíquens Venezolanos de los Estados Falcon, Lara, Merida, Tachira y Trujillo. Universidad de los Andes, Mérida. 521pp.
- Moore, B. J.** 1968. The Macroliquen Flora of Florida. *The Bryologist* 71(3): 161-266.
- Santos, A. R.** 2004. A grande barreira da Serra do Mar: da trilha dos Tupiniquins à Rodovia dos Imigrantes. O nome da rosa, São Paulo. 128 pp.
- Stenroos, S.** 1988. The family Cladoniaceae in Melanesia. 3. *Cladonia* sections *Helopodium*, *Perviae* and *Cladonia*. *Annales Botanici Fennici* 25: 117-148.

- Stocker-Wörgötter, E.** 2010. Stress and Developmental Strategies in Lichens. *In: Symbioses and Stress - Joint Ventures in Biology*; Series: Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology, Vol. 17, Seckbach, Joseph; Grube, Martin (Eds.); 1st Edition., 2010, 630 p.
- Taylor, C. J.** 1967. The lichens of Ohio. Part I. Foliose lichens. The Ohio Biological Survey, The Ohio State University Press, Columbia.
- Taylor, C. J.** 1968. The lichens of Ohio. Part II. Fruticose lichens. The Ohio Biological Survey, The Ohio State University Press, Columbia.
- Vainio, E. A.** 1894. Monographia Cladoniarum universalis. II. Acta Societatis Pro Flora Et Fauna Fennica 10: 1-498.
- Vareschi, V.** 1973: Resultados liquenológicos de excursiones efectuadas en Venezuela. No. 3. Catalogo de los líquenes de Venezuela. Acta Botanica Venezuelica 8: 177-245.
- Wei, J. C.** 1991. *Cladina* and *Cladonia*. An enumeration of lichens in China. pp. 62-82. International Academic Publishers, Beijing, China.



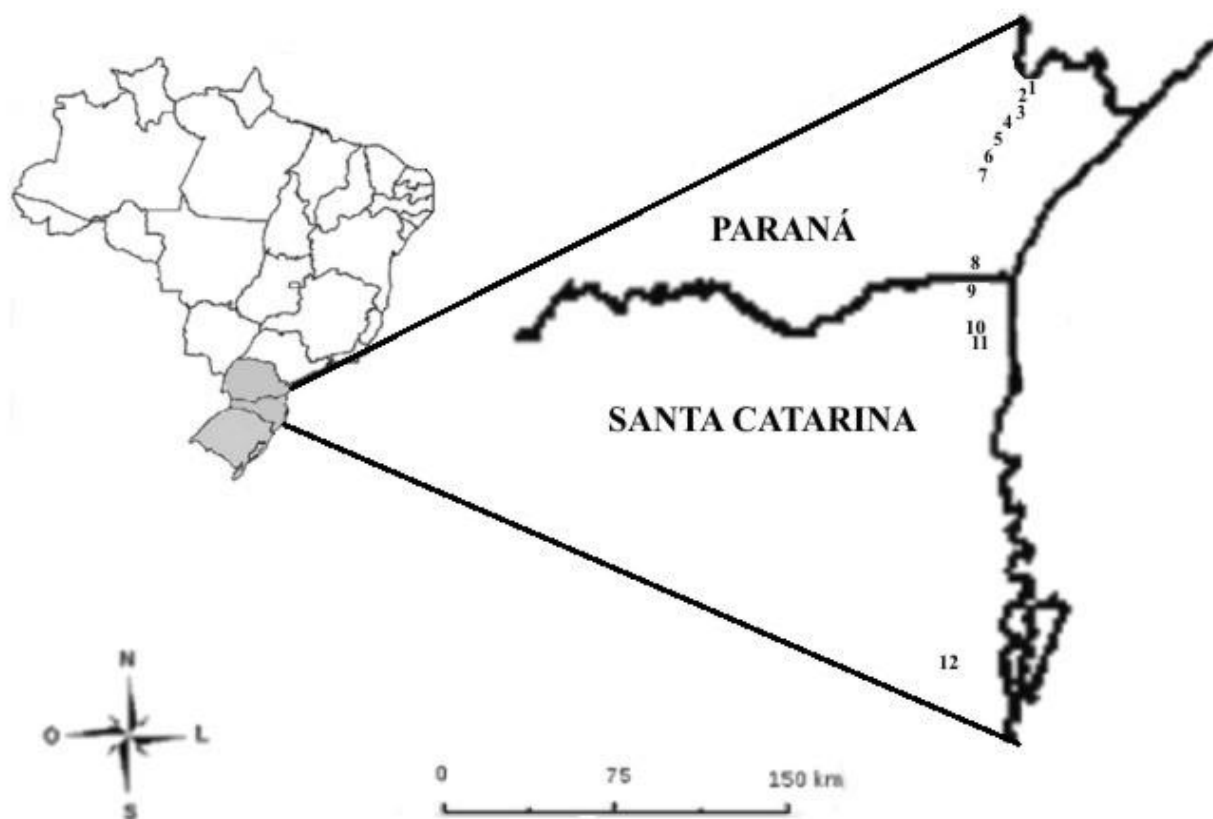
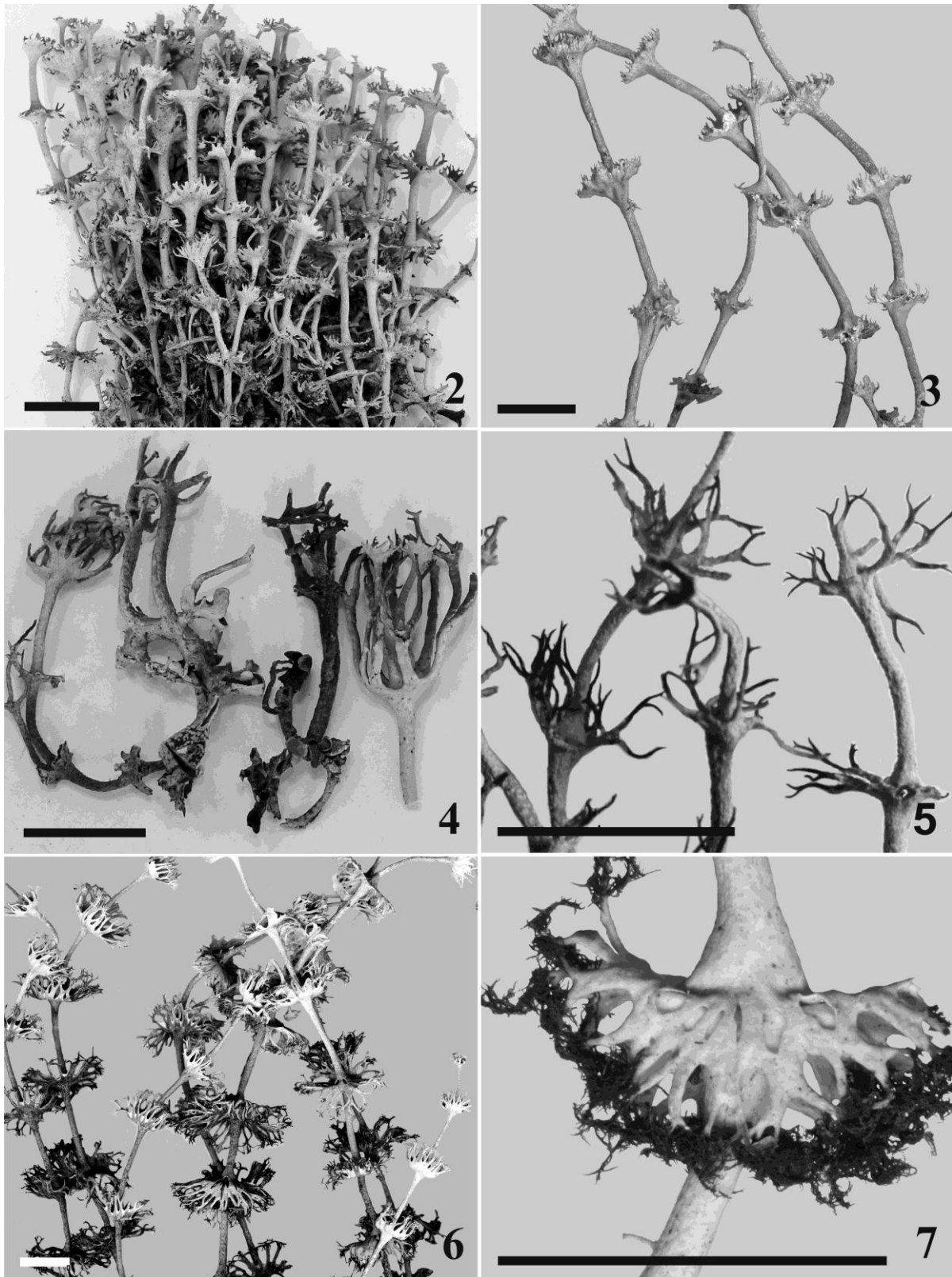
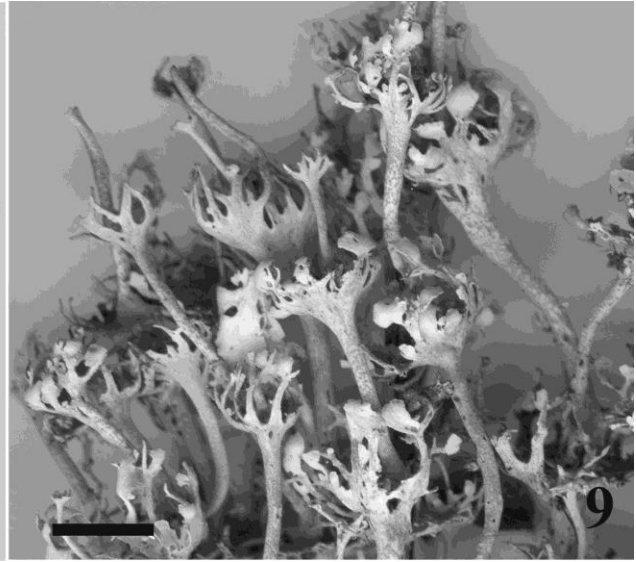


Figure 1: Location of the mountains studied in Serra do Mar. State of Paraná: 1- Serra Virgem Maria; 2- Serra do Capivari; 3- Serra do Ibitiraquire; 4- Serra da Bocaina; 5- Serra da Graciosa; 6- Serra da Baitaca; 7- Serra Marumbi; 8- Serra do Araçatuba. State of Santa Catarina: 9- Serra do Quiriri; 10- Serra Dona Francisca; 11- Serra Queimada; 12- Serra do Tabuleiro.



Figures 2-7: 2- *Cladonia calycanthoides* (E. Barbosa & E. Marinero 1413). 3- *C. clathrata* (A. M. Charnei et al. 171). 4- *C. fissidens* (A. M. Charnei et al. 131). 5- *C. flagellaris* (A. M. Charnei et al. 314). 6- *C. imperialis* (A. M. Charnei et al. 211). 7- *C. penicillata* (P. B. Schwartzburd 1239). Scale bars = 1 cm.



Figures 8-9: 8- *Cladonia rappii* (A. M. Charnei et al. 263). 9- *C. verticillaris* (A. M. Charnei et al. 390). Scale bars = 1 cm.

1 Capítulo 03, a ser submetido à revista Acta Botanica Brasilica

2 **Espécies de *Cladonia* com cifas não verticiladas do Supergrupo *Cladonia* em ambientes de altitude**  
3 **da Serra do Mar no Sul do Brasil**

4 Ana Marcia Charnei <sup>1,2</sup> & Sionara Eliasaro<sup>1</sup>

1Universidade Federal do Paraná, Departamento de Botânica, Laboratório de Lichenologia, 81531-970, Curitiba, PR, Brasil. Caixa Postal 19031.

2 Autor para correspondência: acharnei@yahoo.com.br

32 **RESUMO** – (Espécies de *Cladonia* com cífas não verticiladas do Supergrupo *Cladonia* em ambientes de  
33 altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil). Durante o levantamento das espécies de *Cladonia* ocorrentes  
34 em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil foram encontradas 11 espécies de *Cladonia*  
35 com cífas não verticiladas do Supergrupo *Cladonia*. Dentre estas, *C. multiformis* é registrada pela  
36 primeira vez na América do Sul, *C. pyxidata* é nova ocorrência para o Paraná e Santa Catarina enquanto  
37 que, *C. chlorophaea*, *C. grayi*, *C. ochrochlora* e *C. polyscypha* são para o Paraná. São apresentadas chave  
38 de identificação, descrição, comentários e ilustrações.

39 **Palavras-chave:** Fungos liquenizados, Paraná, Santa Catarina, taxonomia.

41 **ABSTRACT:** (*Cladonia* species with not verticillate scyphi of the *Cladonia* Supergroup from high-  
42 altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil). During the survey of the species  
43 of *Cladonia* occurring in high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil 11  
44 species with not verticillate scyphi of the *Cladonia* Supergroup were found, these *C. multiformis* is  
45 recorded for the first time in South America, *C. pyxidata* is new occurrence to Paraná and Santa Catarina  
46 while *C. chlorophaea*, *C. grayi*, *C. ochrochlora* and *C. polyscypha* are to Paraná. We present an  
47 identification key, description, comments and illustrations.

48 **Key words:** Lichenized fungi, Paraná, Santa Catarina, taxonomy.

49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66

## 67 **Introdução**

68 Neste trabalho é dada continuidade a uma série de estudos referentes às espécies de Cladoniaceae  
69 que ocorrem em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil (Charnei & Eliasaro 2013a, b).  
70 Todas as espécies apresentadas são do Supergrupo *Cladonia* (Stenroos *et al.* 2002) e possuem como  
71 características em comum, além da produção de ácido fumarprotocetrárico, os ápices dos podécios em  
72 forma de taças que não se ramificam a partir do centro (Ahti 2000), denominadas cifas não verticiladas.

73 A formação de cifas não verticiladas também é encontrada em espécies do Supergrupo *Cocciferae*.  
74 No entanto, nas espécies do Supergrupo *Cladonia* não há produção de depsídios e dibenzofuranos e as  
75 depsidonas são frequentemente os principais compostos secundários (Stenroos *et al.* 2002; Burgaz & Ahti  
76 2009).

77 Dentre as 11 espécies de *Cladonia* com podécio cifoso e não verticilado do Supergrupo *Cladonia*  
78 registradas para o Sul do Brasil (Fleig *et al.* 1995; Ahti 2000; Gumboski & Eliasaro 2011; Gumboski &  
79 Eliasaro 2012; Eliasaro *et al.* 2012), apenas *C. furfuracea* Vain. é citada para a Serra do Mar paranaense e  
80 não há qualquer registro para a Serra do Mar de Santa Catarina.

## 82 **Materiais e Métodos**

83 A área de estudo, bem como seus dados geográficos e climáticos são descritos em Charnei &  
84 Eliasaro (2013b). Em laboratório, os materiais após serem secos em temperatura ambiente ou em estufa a  
85 baixa temperatura, foram herborizados e incorporados ao Herbário UPCB da Universidade Federal do  
86 Paraná. Também foram estudados espécimes dos herbários ICN, MBM. As análises morfológicas foram  
87 realizadas sob microscópio estereoscópico (20-50×) e para as análises anatômicas, cortes feitos à mão  
88 livre, foram observados sob microscópio óptico (400-1000×), ambos com ocular com retículo graduado.  
89 Para a identificação de metabólitos secundários de importância taxonômica foram utilizados: testes de  
90 coloração de córtex e medula, observação do talo sob lâmpada UV (Taylor 1967; 1968) e cromatografia  
91 em camada delgada (CCD) seguindo Culberson & Ammann (1979) e Elix & Ernst-Russell (1993).

## 93 **Resultados e Discussão**

94 Foram encontradas 11 espécies de *Cladonia* com cifas não verticiladas do Supergrupo *Cladonia*  
95 em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil. *Cladonia chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.)  
96 Spreng. e *C. ramulosa* (With.) J. R. Laundon foram encontradas apenas no Paraná, enquanto *C.*  
97 *furfuracea*, *C. grayi* G. Merr. ex Sandst., *C. multiformis* G. Merr., *C. ochracea* L. Scriba, *C. ochrochlora*  
98 Flörke, *C. polyscypha* Ahti & L. Xavier, *C. pyxidata* (L.) Hoffm., *C. subradiata* (Vain.) Sandst. e *C.*  
99 *subsquamosa* Kremp. ocorreram no Paraná e em Santa Catarina.

100 *Cladonia multiformis*, uma espécie conhecida para a África do Sul (Doidge 1950), Canadá,  
101 Estados Unidos da América (Brodo *et al.* 2001) e México (Ahti 2000), mesmo sendo comum e abundante

em diferentes localidades na Serra do Mar, tanto no Paraná quanto em Santa Catarina, não havia sido registrada para o continente sul americano, o que indica a carência de estudos em lugares de difícil acesso.

Para o Estado do Paraná são feitos cinco novos registros: *Cladonia chlorophaea*, *C. grayi*, *C. ochrochlora*, *C. polyscypha* e *C. pyxidata*. Para Santa Catarina é relatada pela primeira vez a ocorrência de *C. pyxidata*.

### Chave artificial para espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Cladonia* com podécio cifoso e não verticilado da Serra do Mar no Sul do Brasil

1. Podécios fissurados longitudinalmente ..... 4. *C. multiformis*
1. Podécios nunca fissurados longitudinalmente
  2. Podécios com ápices regularmente cifosos, cifas iguais ou maiores que 2,3 mm de diâmetro
    3. Superfície do podécio esorediada ..... 8. *C. pyxidata*
    3. Superfície do podécio sorediada
      4. Superfície do podécio ecorticada ..... 11. *C. subsquamosa*
      4. Superfície do podécio corticada, ao menos em parte
        5. Com ácido graiânico, UV + branco azulado a lilás ..... 3. *C. grayi*
        5. Sem ácido graiânico, UV - ..... 1. *C. chlorophaea*
    2. Podécios com ápices subulados a cifosos, cifas iguais ou menores que 1,8 mm de diâmetro
      6. Superfície do podécio esorediada
        7. Superfície do podécio ecorticada ..... 2. *C. furfuracea*
        7. Superfície do podécio corticada
          8. Superfície do podécio lisa a rugosa, filídios e esquizídios presentes ..... 5. *C. ochracea*
          8. Superfície do podécio verrucosa, filídios e esquizídios ausentes ..... 9. *C. ramulosa*
      6. Superfície do podécio sorediada
        9. Podécios com base melanótica ..... 7. *C. polyscypha*
        9. Podécios sem base melanótica
          10. Sorédios dispostos em sorais ..... 6. *C. ochrochlora*
          10. Sorédios não dispostos em sorais ..... 10. *C. subradiata*

1- *Cladonia chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng. Syst. Veg. 4 (1): 273, 1827.

Fig. 1

Talo primário: evanescente, composto por esquâmulas inconspícuas, recortadas, 0,4—0,9 mm de comprimento × 0,2—0,6 mm de largura, sorédios e grânulos ausentes, margens crenadas, sem rizinas;

superfície superior corticada, verde acinzentada, lisa, levemente lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca, aracnoide, sem venações; córtex 40—60 µm de espessura; medula 60—110 µm de espessura; picnídios ausentes. Talo secundário: 1,5—2,8 cm de altura, 0,5—1,1 mm de espessura, cinza esbranquiçado, ápices regularmente cifosos, cifas com 2,3—3,3 mm de diâmetro, simples a pouco ramificado, com até cinco ramificações na margem das cifas e com até três cifas sobrepostas, perfurações ausentes, sem base melanótica, porém geralmente amarronzada; superfície corticada até cerca da metade do podécio e algumas vezes dentro das cifas, sorédios granuloso abundantes na metade superior do podécio, esquâmulas esparsas, laciniadas, recortadas de até 1,1 mm de comprimento, presentes principalmente na metade inferior do podécio; córtex (0—) 17—30 µm de espessura; medula 25—100 µm de espessura; estereoma 70—200 µm de espessura, hialino, mal delimitado; canal central levemente estriado; discos himeniais na margem das cifas, marrons, imaturos; picnídios ausentes.

**Química:** Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácido fumarprotocetrárico.

**Discussão:** *Cladonia chlorophaea* é caracterizada pelos podécios regularmente cifosos, corticados somente na base, ecorticados e com sorédios granuloso na região superior e dentro das cifas, bem como pela produção de ácido fumarprotocetrárico como principal metabólito secundário (Galloway 1985; Swinscow & Krog 1988; Burgaz & Ahti 2009; Wang *et al.* 2011).

*Cladonia pyxidata* e *C. subsquamosa* são morfologicamente similares a *C. chlorophaea* e possuem a mesma química. Contudo, são diferenciadas pela superfície dos podécios, que é esorediada em *C. pyxidata* e totalmente ecorticada em *C. subsquamosa*.

Difere de *Cladonia fimbriata* (L.) Fr. pelos podécios parcialmente corticados, com cifas mais largas e pelos sorédios granuloso (McCune & Geiser 1997; Wang *et al.* 2011). Além disso, Burgaz & Ahti (2009) relatam que *C. fimbriata* é diferenciada pela coloração verde amarelada, ao passo que em *C. chlorophaea* é verde acinzentada.

*Cladonia cryptochlorophaea* Asahina, *C. grayi*, *C. merochlorophaea* Asahina e *C. novochlorophaea* (Sipman) Brodo & Ahti são espécies morfologicamente próximas a *C. chlorophaea*, mas são diferenciadas por produzirem respectivamente ácidos criptocloroфеico, graiânico, merocloroфеico e sequicáico como compostos principais (Ahti 2000).

É uma espécie rara na área de estudo, onde foi encontrado somente um espécime desenvolvendo-se sobre briófitas, isolado de outras espécies de Cladoniaceae.

**Distribuição:** Cosmopolita (Ahti 2000; Burgaz & Ahti 2009), registrada (em trabalhos do século XIX como *C. pyxidata* var. *chlorophaea*) para: Oceania, Ásia, África, (Vainio 1894), Europa (Crombie 1883), América do Norte (Vainio 1894), América Central (Ahti 2000), Antártida (Øvstedal & Smith 2001) e América do Sul (Vainio 1894), na Argentina (Calvelo & Liberatore 2002), Bolívia (Feuerer *et al.* 1998), Brasil, Chile (Vainio 1894), Colômbia, Equador (Ahti 2000), Guiana (Vainio 1894), Peru (Ahti 2000),



Uruguai (Osorio 1972) e Venezuela (Lopez-Figueiras 1986). Brasil: RJ (Vainio 1894), RS (Fleig *et al.* 1995) e SP (Ahti 2000). Este é o primeiro registro para o PR.

**Espécime examinado: BRASIL. Paraná:** Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos Perdidos, 25°53'02"S e 48°57'35"O, 1260 m, 15/IV/2011, A. M. Charnei *et al.* 58 (UPCB).

2- *Cladonia furfuracea* Vain., Acta Soc. Fauna Fl. Fenn. 10: 375, 1894.  
Fig. 2

Talo primário: persistente a evanescente, composto por esquâmulas laciniadas a lobadas, pouco recortadas, 0,4—2,6 mm de comprimento × 0,3—0,9 mm de largura, sorédios e grânulos ausentes, margens lisas, sem rizinas; superfície superior corticada, esverdeada a verde amarronzada, lisa, lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca, aracnoide, sem venações; córtex 20—45 µm de espessura; medula 30—80 µm de espessura; picnídios ausentes. Talo secundário: 0,9—4,0 (—6,0) cm de altura, 0,6—1,5 mm de espessura, cinza esbranquiçado a cinza amarronzado, marrom enegrecido em lugares expostos a luz solar, ápices subulados a principalmente estreito cifosos, cifas com até 1,8 mm de diâmetro, simples a pouco ramificado, com até três ramificações nas margens das cifas, perfurações ausentes, sem base melanótica; superfície ecorticada, aracnoide a lisa, estereoma geralmente exposto e amarronzado, sorédios ausentes, grânulos escassos localizados principalmente na região apical, esquâmulas abundantes, laciniadas a isidioides, raramente recortadas com até 1,2 mm de comprimento, na maioria das vezes curvadas para baixo; medula (0—) 20—30 (—50) µm de espessura; estereoma 120—200 µm de espessura, amarelado a amarronzado, bem delimitado; canal central liso; discos himeniais infrequentes, apicais, marrons, com até 1,0 mm de diâmetro; ascósporos ausentes; picnídios infrequentes, na margem das cifas, piriformes, marrom enegrecidos, mucilagem hialina; conídios levemente curvados a falciformes, 6—7 × 1 µm.

**Química:** Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácido fumarprotocetrárico.

**Discussão:** Esta espécie é caracterizada pelos podécios simples a pouco ramificados, com ápices subulados a estreito cifosos, superfície ecorticada, esorediada, com grânulos verruculosos e esquâmulas isidioides geralmente curvadas para baixo (Vainio 1894; Ahti 2000).

Assim com em *Cladonia furfuracea*, os podécios de *C. furfuraceoides* Ahti & Sipman são ecorticados e com ápices subulados a estreito cifosos. No entanto, *C. furfuraceoides* difere pela base do podécio melanótica e pela ausência de esquâmulas isidioides (Stenroos *et al.* 2002).

*Cladonia furfuracea* é comumente encontrada na Serra do Mar, tanto no Paraná quanto em Santa Catarina. Desenvolve-se principalmente sobre solo e fina camada de sedimentos sobre rochas, mas também sobre musgos e restos de vegetais, geralmente entremeada com *C. subradiata* ou isolada de outras espécies de *Cladonia*.

**Distribuição:** De acordo com Stenroos *et al.* (2002), os registros para a Guiana (Sipman & Aptroot 1992; Ahti 2000), Venezuela, Colômbia e para os Estados brasileiros do AM e RR (Ahti 2000), referem-se a *C. furfuraceoides*. Assim, *C. furfuracea* é conhecida somente para o Brasil: BA (Ahti *et al.* 1993), ES (Ahti 2000), MG (Vainio 1894), PB (Ahti *et al.* 1993), PE, PR, RJ (Ahti 2000), RS (Fleig *et al.* 1995), SC (Ahti 2000), SP (Marcelli 1990) e SE (Ahti *et al.* 1993).

**Espécimes examinados: BRASIL. Paraná:** Campina Grande do Sul, Serra Virgem Maria, 1400 m, 31/I/2004, *C. G. Donha* 1755 (UPCB). Morretes, Serra da Graciosa, Recanto Grota Funda, 17/VII/1999, *G. Queiroz & L. Klemann* (UPCB). Quatro Barras, Serra da Baitaca, Morro Anhangava, 25°23'S e 49°00'O, 1420 m, 14/VII/2011, *A. M. Charnei et al.* 248 (UPCB); Morro Mãe Catira, 1100 m, 12/VIII/1989, *R. Kummrov & O. S. Ribas* 3185 (MBM 130173). Piraquara, Serra Marumbi, Morro do Canal, 08/V/2002, *S. Eliasaro* 2226 (UPCB); Morro do Bruninho, 1230 m, 04/XI/2011, *A. M. Charnei* 471 (UPCB). Guaratuba, Serra do Araçatuba. Morro dos Perdidos, 25°53'02"S e 48°57'35"O, 900 m, 31/VIII/2002, *S. Eliasaro s. n.* (UPCB); 1260 m, 14/IV/2011, *A. M. Charnei et al.* 10 (UPCB). **Santa Catarina:** Garuva, Serra do Quiriri, Monte Crista, 26°04'56"S e 48°54'37"O, 970 m, 15/V/2010, *E. Gumboski & F. Beilke* 1935 (UPCB). Joinville, Serra Queimada, 26°07'14"S e 49°02'46"O, 1200 m, 30/IV/2010, *Werner s. n.* (UPCB). Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S e 48°53'O, 1250 m, 13/VIII/2011, *A. M. Charnei et al.* 303 (UPCB).

3- *Cladonia grayi* G. Merr. ex Sandst., Clad. Exsicc., 1847. 1929.

Fig. 3

Talo primário: persistente, composto por inconspícuas esquâmulas lobadas, 0,2—0,6 mm de comprimento× 0,2—0,7 mm de largura, geralmente formando crostas, sorédios e grânulos ausentes, margens crenadas, sem rizinas; superfície superior corticada, cinza esverdeada, lisa, opaca, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca, aracnoide, sem venações; córtex 25—35 µm de espessura; medula 80—220 µm de espessura; picnídios ausentes. Talo secundário: 0,5—3,0 (—5,0) cm de altura, 0,8—2,5 mm de espessura, acinzentado, regularmente cifoso, cifas com até 0,5 cm de diâmetro, margens inteiras a levemente denteadas, simples, eventualmente com até três ramificações a partir das margens das cifas, raramente do centro, com até três cifas sobrepostas, perfurações ausentes, base melanótica ausente, porém algumas vezes levemente amarronzada; superfície corticada, verrucosa, algumas vezes com áreas ecorticadas, sorédios principalmente ausentes, quando presentes localizados na região superior do podécio e dentro das cifas, grânulos abundantes, principalmente na região superior do podécio e dentro das cifas, filídios e esquizídios geralmente presentes, distribuídos por todo o podécio, esquâmulas recortadas, com até 0,7 mm de comprimento, localizadas principalmente na metade inferior do podécio, algumas vezes nas margens das cifas; córtex 0—35 µm de espessura; medula 90—130 µm de espessura; estereoma 120—160 µm de espessura, hialino a amarelado, bem delimitado; canal central levemente sulcado; discos

himeniais infrequentes, em pedicelos nas margens das cifas, marrons enegrecidos, com até 2,7 mm de diâmetro; ascósporos fusiformes,  $9\text{--}13 \times 3\text{--}4 \mu\text{m}$ ; picnídios frequentes na margem das cifas, piriformes a ovoides, marrons, mucilagem hialina; conídios falciformes,  $6\text{--}7 \times 1 \mu\text{m}$ .

**Química:** Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV+ branco azulado. CCD: ácidos graiânico, 4-O-dimetilgraiânico e fumarprotocetrárico.

**Discussão:** *Cladonia grayi* é a única espécie de *Cladonia* que ocorre no Brasil que produz ácido graiânico, que emite fluorescência medular lilás sob luz UV (Ahti 2000, Galloway 1985) e de acordo com Ahti (2000) esta fluorescência geralmente é caráter suficiente para a identificação da espécie. Nos espécimes estudados, tanto da área de estudo quanto do Rio Grande do Sul, foi observada uma leve fluorescência branca azulada, todavia, a presença de ácido graiânico foi confirmada por CCD.

Embora seja morfológicamente similar a *Cladonia chlorophaea*, *C. meroclorophaea*, *C. cryptochlorophaea*, *C. novochlorophaea* e *C. pyxidata*, é facilmente diferenciada pela química medular.

*Cladonia albonigra* Brodo & Ahti é uma espécie holártica (Brodo & Ahti 1996, Holien 2005) que se assemelha a *C. grayi* pelos podécios regularmente cifosos e por frequentemente produzir ácido graiânico. No entanto, é diferenciada pela base dos podécios melanótica e pela frequente proliferação central das cifas (Brodo & Ahti 1996).

*Cladonia grayi* desenvolve-se em diversos substratos, como musgos, solo, fina camada de sedimentos sobre rocha, córtex e restos vegetais em decomposição, tanto em locais sombreados como em áreas diretamente expostas à luz solar.

**Distribuição:** Cosmopolita (Galloway 1985). Na América do Sul: Argentina (Calvelo & Liberatore 2002), Brasil (Fleig *et al.* 1995), Colômbia, Equador, Paraguai (Ahti 2000), Uruguai (Osorio 1972) e Venezuela (Lopez-Figueiras 1986). Brasil: MG, RJ (Ahti 2000), RS (Fleig *et al.* 1995), SC e SP (Ahti 2000). Este é o primeiro registro para o PR.

**Espécimes examinados:** **BRASIL. Paraná:** Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Morro do Getúlio,  $25^{\circ}14'S$  e  $48^{\circ}50'O$ , 1230 m, 06/VII/2011, *A. M. Charnei et al.* 138, 148, 154 (UPCB). Piraquara, Serra Marumbi, Morro do Canal, 29/V/2002, *S. Eliasaro* 2227, 2356, 2358 (UPCB). Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos Perdidos,  $25^{\circ}53'02''S$  e  $48^{\circ}57'35''O$ , 900 m, 31/VIII/2002, *S. Eliasaro* 2431 (UPCB); *ibid.* 1260 m, 15/IV/2011, *A. M. Charnei et al.* 01, 14, 48, 79, 82 (UPCB). **Santa Catarina:** Garuva, Serra do Quiriri,  $26^{\circ}03'36''S$  e  $48^{\circ}56'35''O$ , 1164 m, 07/V/2011, *A. M. Charnei et al.* 87, 93 (UPCB); Monte Crista,  $26^{\circ}04'56''S$  e  $48^{\circ}54'37''O$ , 967 m, 07/V/2011, *A. M. Charnei et al.* 103 (UPCB). Joinville, Serra Dona Francisca, Castelo dos Bugres,  $26^{\circ}13'S$  e  $49^{\circ}03'O$ , 998 m, 07/I/2011, *E. Gumboski & F. Beilke* 2244 (UPCB). Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro,  $27^{\circ}49'S$  e  $48^{\circ}53'O$ , 1250 m, 13/VIII/2011, *A. M. Charnei et al.* 334 (UPCB).

**Espécimes adicionais examinados: BRASIL. Rio Grande do Sul:** Porto Alegre, Reserva Ecológica Lami, 10 m, 19/IX/1981, *M. Fleig 1406* (ICN 54596). Cambará do Sul, Itaimbezinho, 900 m, 30/IV/1989, *M. Fleig. 3553* (ICN 71873).

4- *Cladonia multiformis* G. Merr., Bryologist 12:1. 1909.

Fig. 4a, b

Talo primário: geralmente persistente a ocasionalmente evanescente, composto por esquâmulas lobadas, com 1,3—5,5 mm de comprimento  $\times$  1,0—4,0 mm de largura, sorédios e grânulos ausentes, margens lisas, sem rizinas; superfície superior corticada, verde, verde oliva a verde amarronzada, lisa a raramente verrucosa, levemente lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca, aracnoide, sem venações; córtex 50—160  $\mu$ m de espessura; medula 120—300  $\mu$ m de espessura; picnídios laminais, escassos, negros, globosos, mucilagem hialina; conídios levemente curvados a falciformes, (5—) 6—8  $\times$  1  $\mu$ m. Talo secundário: 0,3—2,8 cm de altura, 0,7—1,8 mm de espessura, cinza esverdeado a cinza amarronzado, simples em talos pouco desenvolvidos e ramificado em talos desenvolvidos, variando de cifoso a acifoso, proliferações a partir da margem das cifas, cifas com até 5,0 mm de diâmetro, perfuradas, melhor observadas em talos pouco desenvolvidos e sem proliferações, sem base melanótica, podécio fissurado longitudinalmente, fissuras ausentes a escassas em podécios pouco desenvolvidos, abundantes e geralmente atingem toda a extensão das ramificações dos podécios desenvolvidos; superfície corticada, lisa a verrucosa, sorédios e grânulos ausentes, esquâmulas lobadas de até 1,7 mm de comprimento, frequentemente localizadas na base do podécio; córtex (0—) 30—40  $\mu$ m de espessura; medula 50—140  $\mu$ m de espessura; estereoma 70—140  $\mu$ m de espessura, hialino, mal delimitado; canal central levemente estriado; discos himeniais abundantes, apicais, marrons, 0,2—1,0 mm de diâmetro; ascósporos elipsoides, 8—11  $\times$  4  $\mu$ m; picnídios na margem das cifas, frequentes em talos pouco desenvolvidos, ausentes a escassos em talos desenvolvidos, com a mesma morfologia dos encontrados nas esquâmulas primárias.

**Química:** K- ou K+ amarelo sujo, C-, KC-, UV-. CCD: ácido fumarprotocetrárico.

**Discussão:** Brodo *et al* (2001) destacam que *Cladonia multiformis*, como o próprio nome indica, possui ampla variação morfológica. Os podécios variam de simples e cifosos quando pouco desenvolvidos e estéreis a muito ramificados e acifosos quando férteis (Merril 1909; Ahti & Hammer 2002). No entanto, pode ser caracterizada pelo podécio fissurado (Howard 1950), com cifas perfuradas, melhor observadas em podécios pouco desenvolvidos, superfície esorediada, bem como pela produção de ácido fumarprotocetrárico (Brodo *et al.* 2001; Ahti & Hammer 2002).

De acordo com Ahti & Hammer (2002), na maioria das vezes somente os podécios férteis são encontrados, sendo extremamente similares aos de *Cladonia furcata* (Huds.) Schrad. Neste caso, são diferenciadas pelo tamanho dos podécios, não ultrapassando 4,5 cm em *C. multiformis* (Brodo *et al.*

2001), enquanto que em *C. furcata* podem atingir até 23,0 cm (Ahti 2000). Aliado a esta diferença, notamos que nos exemplares de *C. multiformis* da área de estudo os discos himeniais são maiores, com 0,2 —1,0 mm de diâmetro, ao passo que em *C. furcata* os discos himeniais, além de serem observados em menor quantidade, não ultrapassam 0,2 mm de diâmetro.

Esta espécie é comum na área de estudo, geralmente formando densos aglomerados de podécios que se desenvolvem na maioria das vezes isoladamente de outras espécies de Cladoniaceae, sobre solo, musgos e fina camada de sedimentos sobre rochas.

**Distribuição:** América do Norte (Krog 1968) e África (Doidge 1950, como *C. multiformis* f. *subascypha*). Este é o primeiro registro para a América do Sul.

**Espécimes examinados selecionados: BRASIL. Paraná:** Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Pico Paraná, 25°15'S e 48°48'O, 1880 m, 06/VII/2011, *A. M. Charnei et al.* 233 (UPCB); Morro do Getúlio, 25°14'S e 48°50'O, 1230 m, 06/VII/2011, *A. M. Charnei et al.* 142, 145 (UPCB). Piraquara, Serra do Marumbi, Morro do Canal, 29/V/2002, *S. Eliasaro* 2357 (UPCB). Quatro Barras, Serra da Baitaca, Morro Anhangava, 25°23'S e 49°00'O, 1420 m, 14/VII/2011, *A. M. Charnei et al.* 235, 256, 281, 285 (UPCB). Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos Perdidos, 25°53'02"S e 48°57'35"O, 1260 m, 15/IV/2011, *A. M. Charnei et al.* 11, 26, 28, 54, 61, 83 (UPCB). **Santa Catarina:** Garuva, Serra do Quiriri, 26°04'43"S e 48°55'23"O, 900 m, 07/V/2011, *A. M. Charnei et al.* 98 (UPCB). Campo Alegre, Serra do Quiriri, 26°00'52"S e 49°00'39"O, 900 m, 26/XII/2011, *E. Gumboski & F. Beilke* 3237, 3238 (UPCB). Joinville, Serra Dona Francisca, Castelo dos Bugres, 25°23'16"S e 49°00'08"O, 998 m, 07/I/2011, *E. Gumboski & F. Beilke* 2218, 2230, 2231 (UPCB), *ibid.* 12/VIII/2011, *A. M. Charnei et al.* 415, 421 (UPCB).

5- *Cladonia ochracea* L. Scriba, Clad. Exsicc. 1006, 1923.

Fig. 5

Talo primário: persistente a evanescente, composto por esquâmulas laciniadas, recortadas, 0,7—2,1 mm de comprimento × 0,4—1,2 mm de largura, sorédios e grânulos ausentes, margens crenadas, sem rizinas; superfície superior corticada, cinza esverdeada a cinza amarronzada, lisa, levemente lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca a bege, aracnoide, sem venações; córtex 15—35 µm de espessura; medula 30—110 µm de espessura; picnídios laminais, pouco frequentes, negros, piriformes, mucilagem hialina; conídios falciformes, 6—8 × 1 µm. Talo secundário: 0,9—3,4 cm de altura, 0,5—1,4 mm de espessura, cinza esbranquiçado a cinza amarronzado, ápices subulados a principalmente estreito cifosos, cifas com até 1,5 mm de diâmetro, simples a pouco ramificado, ramificações na metade superior do podécio ou nas margens das cifas, perfurações ausentes, sem base melanótica; superfície corticada, geralmente areolada até cerca a metade do podécio, próximo e dentro das cifas, escabrosa, sorédios ausentes, grânulos finos que podem ser confundidos com sorédios localizadas principalmente na região

superior do podécio, escassos, esquâmulas laciniadas, recortadas ou não, com até 0,9 mm de comprimento, filídios e esquizídios abundantes, distribuídos por todo podécio; córtex (0—) 10—30 µm de espessura; medula 35—70 µm de espessura; estereoma 40—120 µm de espessura, mal delimitado, hialino; canal central papilado e levemente sulcado; discos himeniais frequentes, apicais, marrons, com até 1,8 mm de diâmetro; ascósporos fusiformes  $11\text{—}13 \times 3\text{—}5$  µm; picnídios pouco frequentes, na margens das cifas, com a mesma morfologia dos encontrados nas esquâmulas primárias.

**Química:** Testes de coloração: K- ou K+ amarelo, C-, KC-, UV-. CCD: ácido fumarprotocetrárico, eventualmente associado aos ácidos estictico, criptostictico e connorestictico (a associação de ácido fumarprotocetrárico com estes compostos é relatada pela primeira vez para esta espécie).

**Discussão:** *Cladonia ochracea* é caracterizada pelos podécios cifosos, simples a pouco ramificados com superfície corticada na base, escabrosa com esquâmulas, filídios e esquizídios abundantes (Fleig *et al.* 1995; Ahti 2000).

*Cladonia ramulosa* é a espécie da área de estudo que mais se assemelha a *C. ochracea*. Contudo, em *C. ramulosa* a superfície é quase totalmente corticada, rugosa a verrucosa e sem filídios e/ou esquizídios.

De acordo com Ahti (2000), *C. ochracea* ocorre desde o nível do mar até 1900 metros de altitude. Na área de estudo desenvolve-se principalmente em áreas mais expostas à luz solar e isolada de outras espécies de *Cladonia*.

**Distribuição:** América do Sul: Argentina (Ahti 2000), Brasil (Osorio & Fleig 1991), Paraguai e Uruguai (Ahti 2000). Brasil: ES, MG, MS (Ahti 2000), PR (Gumboski & Eliasaro 2012), RJ (Ahti 2000), RS (Osorio & Fleig 1991), SC e SP (Ahti 2000).

**Espécimes examinados: BRASIL. Paraná:** Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Morro do Getúlio, 25°14'S e 48°50'O, 1230 m, 06/VII/2011, A. M. Charnei *et al.* 150 (UPCB). Quatro Barras, Serra da Baitaca, Morro Anhangava, 25°23'S e 49°00'O, 1420 m, 14/VII/2011, A. M. Charnei *et al.* 238 (UPCB). Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos Perdidos, 25°53'S e 48°57'O, 1260 m, 15/IV/2011, A. M. Charnei *et al.* 05 (UPCB). **Santa Catarina:** Garuva, Serra do Quiriri, Monte Crista, 26°04'56"S e 48°54'37"O, 970 m, 15/V/2010, E. Gumboski & F. Beilke 1971, 1982 (UPCB). Joinville, Serra Dona Francisca, Castelo dos Bugres, 26°13'41"S e 49°03'33"O, 998 m, 07/I/2011, E. Gumboski & F. Beilke 2233, 2236, 2238 (UPCB).

6- *Cladonia ochrochlora* Flörke, *De Cladoniis, Difficillimo lichenun genero*, Commentatio Nova 75, 1828.

Fig. 6

Talo primário: geralmente persistente a raramente evanescente, composto por esquâmulas laciniadas, raramente lobadas, frequentemente recortadas, 0,5—5,0 mm de comprimento×0,6—4,0 mm de largura,

ascendentes, sorédios principalmente ausentes, quando presentes são escassos e distribuem-se nas margens e na superfície inferior, grânulos ausentes, margens crenadas, sem rizinas; superfície superior corticada, esverdeada, lisa, levemente lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca, algumas vezes tornando-se amarronzada próximo a base, aracnoide, sem venações; córtex 40—60 µm de espessura; medula 40—140 µm de espessura; picnídios ausentes. Talo secundário: 0,6—2,0 cm de altura, 0,5—1,9 mm de espessura, cinza esbranquiçado a cinza esverdeado, frequentemente simples a raramente ramificado, com até três ramificações na metade superior, ápices subulados a estreito cifosos, cifas com até 1,7 mm de diâmetro, sem base melanótica, porém algumas vezes tornando-se amarelo amarronzada, sem perfurações; superfície do podécio corticada, principalmente na metade inferior e próximo as cifas, sorédios farinosos a granulados, principalmente produzidos em sorais, raramente distribuídos por todo podécio, sorais principalmente na metade superior do podécio, grânulos ausentes, esquâmulas esparsas a ausentes, localizadas principalmente na metade inferior do podécio; córtex (0—) 20—50 µm de espessura; medula 50—110 µm de espessura; estereoma 50—90 µm de espessura, mal delimitado, hialino; canal central papilado; discos himeniais apicais, frequentes, marrons, 0,5—1,0 mm de diâmetro; ascósporos ausentes; picnídios infrequentes, dispostos na margem das cifas, globosos, marrom enegrecidos, mucilagem hialina; conídios levemente curvados a falciformes, 6—9 × 1 µm.

**Química:** Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácido fumarprotocetrárico.

**Discussão:** Esta espécie é caracterizada pelos podécios simples com ápices subulados a estreito cifosos, superfície corticada na base do podécio e no interior das cifas, com sorédios farinosos a raramente granulados, principalmente em sorais (Ahti 2000).

De todas as espécies do Supergrupo *Cladonia* encontradas na área de estudo, esta é a única que possui sorédios produzidos em sorais, assim podendo ser facilmente identificada.

Diferencia-se de *C. coniocraea* (Flörke) Spreng. pelos podécios com cifas corticadas e pela formação de sorais, características ausentes em *C. coniocraea* (Ahti 2000).

Embora *Cladonia rei* Schaer. seja morfológicamente semelhante, é facilmente diferenciada pela composição química, uma vez que produz ácido homosequicáico, composto ausente em *C. ochrochlora* (Galloway 1985; Brodo *et al.* 2001).

Assim como relatado por Brodo & Ahti (1996), a maioria dos espécimes de *C. ochrochlora* analisados desenvolve-se sobre lenho em decomposição, sendo encontrado apenas um espécime terrícola.

**Distribuição:** Cosmopolita: Oceania, Ásia (Vainio 1894), Europa (Crombie 1883), África, América do Norte (Vainio 1894) e América do Sul (Muller 1881), na Argentina (Calvelo & Liberatore 2002), Bolívia (Ahti 2000), Brasil (Muller 1981), Chile, Colômbia (Ahti 2000), Cuba, Equador, Peru, (Ahti 2000), Venezuela (Lopez-Figueiras 1986) e Uruguai (Osorio 1972). Brasil: MG, RJ (Ahti 2000), RS (Fleig *et al.* 1995), SC (Muller 1981) e SP (Ahti 2000). Este é o primeiro registro para o PR.

**Espécimes examinados: BRASIL. Paraná:** Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Morro Caratuva, 25°24'S e 48°49'O, 1850 m, 06/VII/2011, A. M. Charnei et al. 168, 169 (UPCB); Morro do Getúlio, 25°14'S e 48°50'O, 1230 m, 06/VII/2011, A. M. Charnei et al. 151 (UPCB). **Santa Catarina:** Joinville, Serra Queimada, 26°07'14"S e 49°02'46"O, 1240 m, 04/IX/2011, A. M. Charnei & F. Beilke 442 (UPCB).

7- *Cladonia polyscypha* Ahti & L. Xavier, Trop. Bryol. 7: 61, 1993.

Fig. 7

Talo primário: persistente a evanescente, composto por esquâmulas lobadas a laciniadas, geralmente recortadas, 0,9—2,5 mm de comprimento × 0,4—2,0 mm de largura, sorédios ausentes, grânulos raramente presentes nas margens, escassos, margens crenadas, sem rizinas; superfície superior corticada, esverdeada, lisa, levemente lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca, aracnoide, sem venações; córtex 30—60 µm de espessura; medula 40—120 µm de espessura; picnídios ausentes. Talo secundário: 1,5—3,4 cm de altura, 0,4—2,3 mm de espessura, cinza esbranquiçado, pouco ramificado, ápices subulados a estreito cifosos, cifas com até 1,5 mm de diâmetro e três ramificações na margem, perfurações ausentes, base melanótica geralmente bem evidente; superfície completamente ecorticada a corticada somente na base, sorédios farinosos a granuloso dispersos por todo o podécio, grânulos ausentes, esquâmulas com até 1,0 mm de comprimento, dispersas principalmente na base; córtex (0—) 10—35 µm de espessura; medula 30—110 µm de espessura; estereoma 130—200 µm de espessura, mal delimitado, melanótico nas partes basais e hialino na região superior do podécio; canal central sulcado e levemente papilado; discos himeniais e picnídios ausentes.

**Química:** Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácido fumarprotocetrárico e traços de ácido fisodálico.

**Discussão:** Os podécios cifosos, corticados somente na base, sorediados, com base melanótica e a produção de ácido fumarprotocetrárico caracterizam *C. polyscypha* (Ahti et al. 1993; Ahti 2000).

*Cladonia subradiata* é a espécie que mais se assemelha a *C. polyscypha*, uma vez que ambas possuem podécios com ápices subulados a estreito cifosos com superfície ecorticada e sorediada, além de produzirem ácido fumarprotocetrárico. Todavia, *C. subradiata* não possui base melanótica.

*Cladonia furfuraceoides* também é semelhante a *C. polyscypha* pela base distintamente melanótica, ápices estreito cifosos, superfície ecorticada e por produzir ácido fumarprotocetrárico (Stenroos et al. 2002). No entanto, a superfície de *C. furfuraceoides* é esorediada.

*Cladonia polyscypha* ocorre desde o nível do mar até 1100 metros de altitude, principalmente em solos arenosos (Ahti 2000). É uma espécie pouco comum na área de estudo, onde foi encontrada desenvolvendo-se sobre solo e fina camada de sedimentos sobre rocha.



**Distribuição:** América do Sul: Brasil (Ahti *et al.* 1993), Guiana, Guiana Francesa e Venezuela (Ahti 2000). Brasil: AM (Ahti 2000), PB (Ahti *et al.* 1993), PE, RJ (Ahti 2000), SC (Gumboski & Eliasaro 2012), SP (Ahti 2000) e SE (Ahti *et al.* 1993). Este é o primeiro registro para o PR.

**Espécimes examinados: BRASIL. Paraná:** Morretes, Serra da Graciosa, 17/VII/1999, *F. L. Brock et al. s. n.* (UPCB). **Santa Catarina:** Joinville, Serra Dona Francisca, Castelo dos Bugres, 26°13'S e 49°03'O, 998 m, 07/I/2011, *E. Gumboski & F. Beilke* 2269 (UPCB), *ibid.* 12/VIII/2011, *A. M. Charnei et al.* 408 (UPCB)

8- *Cladonia pyxidata* (L.) Hoffm. Deutschl. Fl. 2: 121, 1796.

Fig. 8

Talo primário: persistente, composto por esquâmulas lobadas, algumas vezes recortadas, 0,5—3,0 mm de comprimento  $\times$  0,7—3,0 mm de largura, ascendentes, sorédios e grânulos ausentes, margens lisas, sem rizinas; superfície superior corticada, verde acinzentada a verde amarronzada, lisa a levemente verrucosa, lustrosa, sem pruína; superfície inferior ecorticada, branca, aracnoide, sem venações; córtex 50—150  $\mu$ m de espessura; medula 100—230  $\mu$ m de espessura; picnídios ausentes. Talo secundário: 0,5—1,8 cm de altura, 0,9—3,0 mm de espessura, cinza esverdeado a cinza esbranquiçado, regularmente cifoso, cifas com até 0,6 cm de diâmetro, com até três ramificações principalmente na margem a ocasionalmente do centro das cifas, perfurações ausentes, sem base melanótica; superfície verrucosa, completamente corticada na base, areolada e com grandes áreas ecorticadas nas regiões superiores do podécio, totalmente ecorticada dentro das cifas, sorédios ausentes, grânulos abundantes nas regiões superiores e dentro das cifas, esquâmulas lobadas com até 0,8 mm de comprimento, localizadas principalmente na base do podécio e na margem das cifas, grânulos e esquâmulas aplanadas localizadas dentro das cifas; córtex 0—30  $\mu$ m de espessura; medula 50—80  $\mu$ m de espessura; estereoma 130—400  $\mu$ m de espessura, hialino, mal delimitado; canal central liso a levemente sulcado; discos himeniais frequentes, na margem das cifas, marrons, com até 0,5 mm de diâmetro; ascósporos elipsoides, 8—13  $\times$  3—4  $\mu$ m; picnídios frequentes, na margem das cifas, ovoides a piriformes, marrons, mucilagem hialina; conídios falciformes, 7—9  $\times$  1  $\mu$ m.

**Química:** Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácido fumarprotocetrárico e traços de ácidos confumarprotocetrárico e protocetrárico.

**Discussão:** *Cladonia pyxidata* é caracterizada pelos podécios que se alargam de maneira gradual para a formação das cifas, as quais são recobertas na parte superior e especialmente internamente por microesquâmulas aplanadas (Ahti & Hammer 2002; Burgaz & Ahti 2009).

*Cladonia pocillum* (Ach.) Grognot é muito semelhante a *C. pyxidata* por possuir esquâmulas primárias persistentes e podécios constantemente cifosos com superfície corticada na base e ecorticada nas regiões superiores (Ahti 2000; Brodo *et al.* 2001; Burgaz & Ahti 2009). Embora, de acordo com Ahti (2000), a delimitação destas duas espécies necessite de mais estudos, podem ser diferenciadas pelas

características das esquâmulas primárias, sendo em *C. pocillum* mais espessas, fundidas e de coloração marrom (Ahti & Hammer 2002).

*Cladonia chlorophaea* é a espécie da área de estudo mais próxima morfológica e quimicamente a *C. pyxidata* (ver comentários em *C. chlorophaea*).

De acordo com Ahti & Hammer (2002), *Cladonia pyxidata* raramente ocorre sobre madeira em decomposição. Todavia, 25% dos espécimes da área de estudo foram encontrados desenvolvendo-se sobre este substrato e os demais sobre solo ou fina camada de sedimentos sobre rochas.

**Distribuição:** Cosmopolita (Vainio 1894). Na América do Sul: Argentina (Calvelo & Liberatore 2002), Brasil (Ahti 2000), Venezuela (Lopez-Figueiras 1986) e Uruguai (Osorio 1972). Brasil: BA, MG, ES, RJ e RS (Ahti 2000). Este é o primeiro registro para os Estados do PR e SC.

**Espécimes examinados: BRASIL. Paraná:** Quatro Barras, Serra da Baitaca, Morro Anhangava, 25°23'16''S e 49°00'08''O, 1200 m, 14/VII/2011, A. M. Charnei et al. 236, 282 (UPCB). Piraquara, Serra Marumbi, Mananciais da Serra, 900 m, 11/IX/2005, F. B. Matos s. n. (UPCB). Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos Perdidos, 25°53'02''S e 48°57'35''O, 1260 m, 15/IV/2011, A. M. Charnei et al. 44 (UPCB). **Santa Catarina:** Campo Alegre, Serra do Quiriri, 26°00'52''S e 49°00'39''O, 900 m, 26/XII/2011, E. Gumboski & F. Beilke 3228, 3255 (UPCB). Joinville, Serra Queimada, 26°07'14''S e 49°02'46''O, 1240 m, 04/IX/2011, A. M. Charnei & F. Beilke 430, 439 (UPCB).

9- *Cladonia ramulosa* (With.) J. R. Laundon, Lichenologist 16: 225, 1984.

Fig. 9

Talo primário: persistente, composto por esquâmulas lobadas a laciniadas, recortadas, 0,6—2,0 mm de comprimento × 0,4—1,5 mm de largura, imbricadas, ascendentes, sorédios e grânulos ausentes, margens crenadas, sem rizinas; superfície superior corticada, cinza esverdeada, lisa, pouco lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca, aracnoide, sem venações; córtex 15—40 µm de espessura; medula 30—150 µm de espessura; picnídios ausentes. Talo secundário: 0,7—1,6 cm de altura, 0,5—1,2 mm de espessura, cinza esverdeado a cinza esbranquiçado, simples a pouco ramificado, com até sete ramificações a partir da margem das cifas, ápices subulados a cifosos, cifas com até 1,5 mm de diâmetro, nem sempre evidentes devido às ramificações, perfurações ausentes, sem base melanótica; superfície quase completamente corticada, rugosa a verrucosa, sorédios ausentes, grânulos principalmente ausentes, quando presentes em podécios pouco desenvolvidos, escassos, esquâmulas lobadas a laciniadas, geralmente recortadas, com até 1,2 mm de comprimento, localizadas principalmente na base do podécio; córtex 0—(5—15) µm de espessura; medula 30—80 µm de espessura; estereoma 60—100 µm de espessura, hialino; canal central estriado; discos himeniais frequentes, apicais, marrons a marrom enegrecidos, 0,5—2,0 mm de diâmetro; ascósporos fusiformes, 14—16 × 3 µm; picnídios na margem das

cifas, frequentes, globosos, marrom enegrecidos, mucilagem hialina; conídios levemente curvados, 6—7(—8) × 1 µm.

**Química:** Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácido fumarprotocetrárico.

**Discussão:** *Cladonia ramulosa* é bastante variável morfológicamente (Burgaz & Ahti 2009), sendo caracterizada pelos podécios principalmente simples, cifosos, corticados, com superfície rugosa a verrucosa, granulosa e esquamulosa, sem sorédios (Ahti 2000; Burgaz & Ahti 2009).

Ahti (2000) e Gumboski & Eliasaro (2012) descreveram picnídios nas esquâmulas primárias, característica não observada nos materiais analisados. Por outro lado, todas as demais características analisadas conferem com as descrições destes autores.

*Cladonia ochracea* é a espécie da área de estudo que mais se assemelha a *C. ramulosa* (ver comentários em *C. ochracea*).

*Cladonia pseudopityrea* Vain. difere de *C. ramulosa* pelos podécios mais delicados, com córtex descontínuo e com picnídios distribuídos principalmente nas esquâmulas primárias (Burgaz & Ahti 2009). Aliado as diferenças morfológicas, não há registros de *C. pseudopityrea* para a região Neotropical.

*Cladonia rei* é semelhante a *C. ramulosa* pelos podécios cifosos, com proliferações nas margens das cifas, as quais geralmente produzem discos himeniais marrons em seus ápices (Brodo *et al.* 2001). Contudo, possui sorédios farinosos na metade superior do podécio (Brodo *et al.* 2001, Wang *et al.* 2011) ausentes em *C. ramulosa*. Também diferem quimicamente, *C. rei* produz ácido homosequicáico algumas vezes associado ao ácido fumarprotocetrárico (Brodo *et al.* 2001) enquanto que *C. ramulosa* sintetiza somente ácido fumarprotocetrárico.

*Cladonia ramulosa* ocorre desde o nível do mar até cerca de 2000 metros de altitude (Ahti 2000). Na Serra do Mar no Sul do Brasil foi encontrada somente no Morro do Getúlio, onde se desenvolvia sobre solo em área exposta a luz solar, juntamente com *C. multiformis* e *Cladia aggregata* (Sw.) Nyl.

**Distribuição:** Cosmopolita (Vainio 1894, como *C. pityrea*). América do Sul: Argentina (Ferraro & Ahti 1987), Brasil (Osorio & Fleig 1988), Colômbia, Paraguai (Ahti 2000), Peru (Vainio 1894, como *C. pityrea*), Uruguai e Venezuela (Ahti 2000). Brasil: AM, MG, PA (Ahti 2000), PE (Ahti *et al.* 1993), PR, RJ, RR (Ahti 2000), RS (Osorio & Fleig 1988a), SC e SP (Ahti 2000).

**Espécimes examinados:** BRASIL. Paraná: Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Morro do Getúlio, 25°14'S e 48°50'O, 1230 m, 06/VII/2011, A. M. Charnei *et al.* 137, 139 (UPCB).

10- *Cladonia subradiata* (Vain.) Sandst., Abh. Naturwiss. Vereine Bremen 25: 230, 1922.

Fig. 10

Talo primário: geralmente evanescente a ocasionalmente persistente, composto por esquâmulas lobadas a laciniadas, recortadas, 0,4—1,7 mm de comprimento × 0,6—1,4 mm de largura, sorédios ausentes, grânulos incomuns localizados na margem ou na superfície inferior, margens crenadas, sem rizinas;

superfície superior corticada, acinzentada a esverdeada, lisa, levemente lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca, aracnoide, sem venações; córtex 15—45 µm de espessura; medula 50—110 µm de espessura; picnídios ausentes. Talo secundário: 0,5—3,2 cm de altura, 0,3—1,3 mm de espessura, cinza esbranquiçado, ápices subulados a estreito cifosos, cifas com até 1,2 mm de diâmetro, nunca ramificadas e geralmente com margens denteadas, simples a raramente ramificado, com até três ramificações na metade superior do podécio, perfurações ausentes, sem base melanótica; superfície ecorticada, algumas vezes com córtex restrito a base do podécio, aracnoide, sorédios e grânulos dispersos por todo o podécio, esquâmulas recortadas com até 1,8 mm de comprimento, localizadas principalmente na metade inferior do podécio; córtex 0—15 µm de espessura; medula 30—85 µm de espessura; estereoma 90—170 µm de espessura, hialino, mal delimitado; canal central sulcado e papilado; discos himeniais incomuns, apicais, marrons, 0,3—0,5 mm de diâmetro; ascósporos ausentes; picnídios incomuns, na margem das cifas, sésseis ou em pequenos pedicelos, marrons, globosos, mucilagem hialina; conídios falciformes, 7—9 × 1 µm.

**Química:** Testes de coloração: K-, C-, KC-, KC+ rosa evanescente no quimiotipo IV, UV-. CCD: quatro quimiotipos: I: ácido fumarprotocetrárico; II: ácido fumarprotocetrárico e traços de ácido fisodálico; III: ácido fumarprotocetrárico e uma substância não identificada com Rf C aproximado de 57; IV: ácido fumarprotocetrárico e quatro substâncias não identificadas com Rf C aproximados de 35, 42, 56 e 59.

**Discussão:** De acordo com Ferraro & Ahti (1987), *C. subradiata* é caracterizada pelos podécios esbranquiçados, 1,0—2,0 cm de altura, abundantemente sorediados, raramente ramificados, ápices agudos a estreito cifosos, com pequenas esquâmulas localizadas principalmente na base do podécio.

*Cladonia coniocraea* é semelhante morfológica e quimicamente a *C. subradiata*. Contudo, as esquâmulas primárias de *C. coniocraea* são sorediadas nas margens inferiores (Burgaz & Ahti 2009), enquanto que em *C. subradiata* as margens são esorediadas a granulares. Aliado a isso, *C. coniocraea* é uma espécie holártica (Ahti 2000; Burgaz & Ahti 2009).

*Cladonia corniculata* Ahti & Kashiw. difere de *C. subradiata* por ser mais ramificada, com ápices subulados e pelos sorédios caducos, deixando a medula geralmente exposta (Ahti & Kashiwadani 1984; Ahti 2000).

Na ausência de discos himeniais *C. macilenta* Hoffm. pode ser facilmente confundida com *C. subradiata* uma vez que os podécios são raramente ramificados, ecorticados e abundantemente sorediados (Fleig *et al.* 1995). No entanto, enquanto em *C. macilenta* os ápices são subulados e esta produz ácidos tamnólico e barbático (Ahti 2000), em *C. subradiata* os ápices são geralmente estreitos cifosos e há produção de ácidos do grupo fumarprotocetrárico (Ferraro & Ahti 1987; Fleig *et al.* 1995; Ahti 2000).

*Cladonia polyscypha* se assemelha a *C. subradiata* pelo podécio ecorticado, sorediado e pela produção de ácido fumarprotocetrárico (ver comentários em *C. polyscypha*).

Os espécimes da área de estudo possuem ampla variação química, sendo observado sete compostos químicos principais, distribuídos em quatro quimiotipos. É relatada pela primeira vez a reação KC + rosa evanescente, observada no quimiotipo IV, que provavelmente é devida a alguma das substâncias não identificadas.

*Cladonia subradiata* ocorre desde o nível do mar até 4200 metros de altitude (Ahti 2000). É muito comum na área de estudo, desenvolvendo-se preferencialmente em áreas bem iluminadas, sobre solo e musgos, geralmente entremeadas com *C. furfuracea*, *C. ochracea*, *C. polystomata* Ahti & Sipman e *C. subsquamosa*. Quando corticícola ou lignícola, geralmente está próxima ou entremeadada a *C. ceratophylla* (Sw.) Spreng.

**Distribuição:** Cosmopolita: Oceania (Stenroos 1988), Ásia (Wei 1991), Europa (Aptroot 1989), África (Swinscow & Krog 1988), América do Norte (Sipman & Wolf 1998), América Central (Ahti 2000) e América do Sul, na Argentina (Ferraro & Ahti 1987), Brasil (Osorio 1989), Bolívia (Ahti 2000), Chile (Ahti & Kashiwadani 1984), Colômbia, Equador (Ahti 2000), Guiana (Sipman & Aptroot 1992), Guiana Francesa (Ahti 2000), Paraguai (Ferraro & Ahti 1987), Peru, Suriname e Venezuela (Ahti 2000). Brasil: AC, AM, BA, DF, ES, MG, MS, MT, PA (Ahti 2000), PB, PE (Ahti *et al.* 1993), PR, RJ, RO, RR (Ahti 2000), RS (Osorio & Fleig 1990), SC (Ahti 2000), SE (Ahti *et al.* 1993) e SP (Osorio 1989).

**Espécimes examinados selecionados: BRASIL. Paraná:** Morretes, Serra da Graciosa, 24/VIII/1993, *S. Eliasaro* 1042 (UPCB); *ibid.* 20/II/2004, *R. Reis s.n.* (UPCB). Quatro Barras, Serra da Baitaca, Morro Anhangava, 25°23'S e 49°00'O, 1420 m, 14/VII/2011, *A. M. Charnei et al.* 251, 254, 274 (UPCB). Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos Perdidos, 25°53'02"S e 48°57'35"O, 1260 m, 31/VIII/2002, *S. Eliasaro* 2378, 2383 (UPCB); *ibid.* 15/IV/2011, *A. M. Charnei et al.* 56 (UPCB). **Santa Catarina:** Campo Alegre, Serra do Quiriri, 26°00'52"S e 49°00'39"O, 900 m, 26/XII/2011, *E. Gumboski & F. Beilke* 3239 (UPCB). Joinville, Serra Queimada, 26°07'14"S e 49°02'46"O, 1240 m, 04/IX/2011, *A. M. Charnei & F. Beilke* 433 (UPCB); Serra Dona Francisca, 900 m, 04/V/2010, *F. Beilke et al.* 03, 31, 33, 55, 77 (UPCB).

11- *Cladonia subsquamosa* Kremp., *Vidensk. Meddel. Dansk Naturhist. Foren. Kjøbenhavn* 5: 366, 1873. Fig. 11

Talo primário: persistente a evanescente, composto por inconspícuas esquâmulas lobadas, recortadas, 0,4—1,2 mm de comprimento × 0,7—2,0 mm de largura, sorédios e grânulos ausentes, margens principalmente lisas a ocasionalmente crenadas, sem rizinas; superfície superior corticada, esverdeada, lisa, tenuamente lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca, aracnoide, sem venações; córtex 10—20 µm de espessura; medula 25—50 µm de espessura; picnídios ausentes. Talo secundário: 0,4—2,5 cm de altura, 0,5—1,5 mm de espessura, esverdeado a acizentado, regularmente cifoso, cifas com até 4,0 mm de diâmetro, com até três cifas sobrepostas que se originam na margem, raramente a

partir do centro da cifa, margens das cifas levemente a profundamente denteadas, ápices capitados em podécios férteis, base não melanótica, perfurações ausentes; superfície geralmente totalmente ecorticada a raramente corticada na base do podécio, sorediada, sorédios geralmente caducos, expondo a medula e/ou o estereoma, grânulos presentes principalmente dentro das cifas e em podécios férteis, esquâmulas laciniadas, recortadas, com margens lisas a crenadas, com até 1,2 mm de comprimento, principalmente na base do podécio; medula (0—) 50—70 µm de espessura; estereoma 120—240 µm de espessura, mal delimitado, hialino a levemente amarronzado; canal central liso; discos himeniais frequentes, em pequenas ramificações na margem das cifas, marrons claros a marrons enegrecidos, com até 1,7 mm de diâmetro; ascósporos ausentes; picnídios frequentes, nas margens das cifas, marrons, globosos a piriformes, mucilagem hialina; conídios levemente curvados a falciformes, 7—8(—9) × 1 µm.

**Química:** Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácido fumarprotocetrárico.

**Discussão:** Nesta espécie os podécios são regularmente cifosos, às vezes com duas ou mais cifas originadas na margem, sobrepostas, a superfície é ecorticada, sorediada e com esquâmulas localizadas principalmente na metade inferior do podécio e há produção de ácido fumarprotocetrárico (Fleig *et al.* 1995; Ahti 2000).

*Cladonia fimbriata* difere de *C. subsquamosa* pelas margens das cifas espessadas e pelos sorédios frequentemente aderidos à superfície do podécio, não expondo a medula e/ou o estereoma, ao passo que em *C. subsquamosa* as margens das cifas não são espessadas e a medula e/ou o estereoma geralmente são expostos, uma vez que seus sorédios são caducos (Ahti 2000; Burgaz & Ahti 2009).

*Cladonia chlorophaea* se assemelha morfológica e quimicamente a *C. subsquamosa* (ver comentários em *C. chlorophaea*).

É uma das espécies mais comuns da área de estudo, dado também relatado por Gumboski & Eliasaro (2012) para costões rochosos e restingas do Paraná e Santa Catarina, tendo sido encontrada em vários substratos: solo, musgos, restos vegetais em decomposição, fina camada de sedimentos sobre rocha e base de árvores. Foi encontrada desenvolvendo-se isoladamente ou entremeada a *C. ceratophylla*, *C. furfuracea* e *C. subradiata*.

**Distribuição:** Cosmopolita: Oceania (Vainio 1887), Ásia (Wei 1991), Europa (Crombie 1883), África (Swinscow & Krog 1988), América do Norte (Fink 1919), América Central (Ahti 2000) e América do Sul (Crombie 1876), na Argentina (Vainio 1903), Brasil (Osorio & Fleig 1989), Bolívia (Ahti 2000), Chile (Crombie 1876), Colômbia, Equador (Ahti 2000), Guiana (Sipman & Aptroot 1992), Paraguai, Peru, Uruguai (Ahti 2000) e Venezuela (Lopez-Figueiras 1986). No Brasil é registrada para os Estados da BA, ES, GO, MG (Ahti 2000), PB, PE (Ahti *et al.* 1993), PR, RJ (Ahti 2000), RS (Osorio & Fleig 1989), SC (Ahti 2000), SE (Ahti *et al.* 1993) e SP (Marcelli 1990).

**Espécimes examinados: BRASIL. Paraná:** Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquiri, Morro do Getúlio, 25°14'S e 48°50'O, 1230 m, 06/VII/2011, A. M. Charnei *et al.* 147, 153 (UPCB). Morretes, Serra

da Graciosa, 17/VII/1999, *S. Eliasaro s. n.* (UPCB). Quatro Barras, Serra da Baitaca, Morro Anhangava, 25°23'S e 49°00'O, 900 m, 14/VII/2011, *A. M. Charnei et al.* 290 (UPCB). Piraquara, Serra Marumbi, Morro do Canal, 22/V/2002, *S. Eliasaro* 2252 (UPCB). Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos Perdidos, 25°53'02"S e 48°57'35"O, 1260 m, 15/IV/2011, *A. M. Charnei et al.* 07 (UPCB). **Santa Catarina:** Joinville, Serra Dona Francisca, 900 m, 04/V/2010, *F. Beilke et al.* 132, 141 (UPCB); Castelo dos Bugres, 26°13'S e 49°03'O, 998 m, 12/VIII/2011, *A. M. Charnei et al.* 409 (UPCB); Serra Queimada, 26°07'14"S e 49°02'46"O, 1240 m, 04/IX/2011, *A. M. Charnei & F. Beilke* 435, 440 (UPCB). Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S e 48°53'O, 1250 m, 13/VIII/2011, *A. M. Charnei et al.* 321, 336 (UPCB).

## Agradecimentos

Os autores agradecem aos biólogos Alice Gerlach, Emerson Gumboski, Flávio Beilke, Vanessa Ariati e Vitor de Freitas Batista pelo auxílio nas coletas. Aos curadores dos herbários ICN e MBM pelo empréstimo dos espécimes solicitados. Aos órgãos ambientais estaduais FATMA (Fundação do Meio Ambiente) e IAP (Instituto Ambiental do Paraná) pelas licenças de coleta concedidas. Ana Márcia Charnei agradece a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal do Ensino Superior) pela concessão de bolsa de Mestrado.

## Referências bibliográficas

- Ahti, T. 2000. *Cladoniaceae*. **Flora Neotropica** 78: 1-362.
- Ahti, T. & Kashiwadani, H. 1984. The lichen genera *Cladia*, *Cladina* and *Cladonia* in Southern Chile. Pp. 125-151. In: H. Inoue (ed.): **Studies on cryptogams in Southern Chile**. Tokyo, Kenseisha Ltd.
- Ahti, T.; Stenroos, S. & Xavier Filho L. 1993. The lichen family Cladoniaceae in Paraíba, Pernambuco and Sergipe, Northeast Brazil. **Tropical Bryology** 7: 55-70.
- Ahti, T. & Hammer, S. 2002. *Cladonia*. pp. 131-158; In: Nash III, T. H.; Ryan, B. D.; Gries, C. & Bungartz, F. **Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region**. Vol 1. Arizona State University.
- Aptroot, A. 1989. Contribution to the Azores lichen flora. **Lichenologist** 22 (1): 59-65.
- Brodo, I. M. & Ahti, T. 1996. Lichens and lichenicolous fungi of the Queen Charlotte Islands, British Columbia, Canada. **Canadian Journal of Botany** 74: 1147-1180.
- Brodo, I. M., Sharnoff, S. D. & Sharnoff, S. 2001. **Lichens of North America**, New Haven and London, Yale University Press. 795 pp.
- Burgaz, A. R. & Ahti, T. 2009. **Cladoniaceae. Flora Liquenológica Ibérica**. Volume 4. Sociedad Española de Liquenología (SEL), Madrid. 111 pp.
- Calvelo, S. & Libertore, S. 2002. Catálogo de los líquenes de la Argentina (Checklist of Argentinean Lichens). **Kurtziana** 29 (2): 7-170.

689 Charnei, A. M. & Eliasaro, S. 2013a. Notes on the chemical variation of the lichenized Ascomycota  
690 *Cladia aggregata* (Cladoniaceae) in the States of Paraná and Santa Catarina, Brazil. **Acta Botanica**  
691 **Brasilica**. Submetido.

692 Charnei, A. M. & Eliasaro, S. 2013b. Verticillate *Cladonia* species (Lichenized Ascomycota) from high-  
693 altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil. **Hoehnea** **40** (1): 87-97.

694 Culberson, C. F. & Ammann, K. 1979. Standard method zur Dünnschicht chromatographie von  
695 Flechtensubstanzen. **Herzogia** **5**: 1-24.

696 Crombie, J. M. 1876. On the lichens collected by Prof. R. O. Cunningham in the Falkland Islands, Fuegia,  
697 Patagonia and the Island of Chile during the voyage of H. M. S. Nassau 1867-1869. **Journal linnean**  
698 **Society** **15**: 222.

699 Crombie, J. M. 1883. Enumeration of the British *Cladonie*. **Grevillea** **11**: 111-115.

700 Doidge, E. M. 1950. The South African fungi and lichens to the end of 1945. **Bothalia** **5**: 1-1094.

701 Eliasaro, S.; Gerlach, A. C. L. & Gumboski, E. L. 2012. Novos registros de fungos liquenizados para o  
702 Estado do Paraná, Brasil. **Rev. Bras. Biociências** **10** (4): 507-512.

703 Elix, J. A. & Ernst-Russell, K.D. 1993. **A Catalogue of Standardized Thin Layer Chromatographic**  
704 **Data and Biosynthetic Relationships for Lichen Substances**. 2<sup>nd</sup> Ed. Australian National University  
705 Canberra.

706 Ferraro, L. I. & Ahti, T. 1987. Contribución al conocimiento del gênero *Cladonia* (Cladoniaceae –  
707 Liqueus) de Argentina y regiones limítrofes. **Bonplandia** **6** (1): 57-69.

708 Feuerer, T.; Ahti, T. & Vitikainen, O. 1998. Lichenological investigations in Bolivia. *In*: M.P. Marcelli &  
709 M.R.D. Seaward (eds): **Lichenology in Latin America: History, current knowledge and applications**,  
710 pp. 71-86. CETESB, Sao Paulo.

711 Fink, B. 1919. Additions to lichen distribution in North America. **Mycologia** **11**: 296-307.

712 Fleig, M.; Ahti, T. & Stenroos, S. 1995. A família Cladoniaceae (liquens) no Rio Grande do Sul, Brasil.  
713 **Napaea** **11**: 1-29.

714 Galloway, D. J. 1985. **Flora of New Zealand**. Lichens. Wellington New Zealand. 662 pp.

715 Gumboski, E. L. & Eliasaro, S. 2011. Checklist of lichenized fungi of Santa Catarina State (Brazil).  
716 **Mycotaxon** **115**: 535.

717 Gumboski, E. L. & Eliasaro, S. 2012. Espécies de *Cladonia* P. Browne (Cladoniaceae, Ascomycota) do  
718 Supergrupo *Cladonia* em restingas e costões rochosos dos Estados do Paraná e de Santa Catarina, Brasil.  
719 **Hoehnea** **39** (2): 315-337.

720 Holien, H. 2005. Additions to the Norwegian flora of lichens and lichenicolous fungi III.  
721 **Graphis Scripta** **17**: 62-64.

722 Howard, G. E. 1950. **Lichens of the State of Washington**. Seattle. University of Washington Press. 191  
723 pp.



724 Krog, H. 1968. **The Macrolichens of Alaska**. Norsk Polarinstitut. Oslo, Norway. 180 pp.

725 Lopez-Figueiras, M. 1986. **Censo de macrolíquenes Venezolanos de los Estados Falcon, Lara,**

726 **Merida, Tachira y Trujillo**. Universidad de Los Andes. Merida. 521 pp.

727 Marcelli, M. P. 1990 Líquens das Restingas e Manguezais da Ilha do Cardoso. pp. 382-292. I. *In: II*

728 **Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul Sudeste Brasileira: estrutura, função e manejo**. Águas de

729 Lindóia, São Paulo.

730 McCune, B & Geiser, L. 1997. **Macrolichens of the Pacific Northwest**. Oregon State University Press.

731 386 pp.

732 Merrill, G. K. 1909. Lichen notes no. 7. *Cladonia multiformis* (nom. nov.) Bry. 6: 1908. **The Bryologist**

733 **12 (1): 1-5.**

734 Müller, J. 1981. Lichenes Catharinenses a cl. E. Ule in Brasilia prov. Santa Catharina lecti. **Hedwigia 30:**

735 235-243.

736 Osorio, H. S. 1972. Contribution to the lichen flora of Uruguai. VII. A preliminary catalogue.

737 **Comunicaciones Botánicas Del Museo de Historia Natural de Montevideo 4 (56): 1-46.**

738 Osorio, H. S. 1989. Contribution to the lichen flora of Brazil. XXIII. Lichens from São Paulo City.

739 **Mycotaxon 36 (1): 161-162.**

740 Osorio, H. S. & Fleig, M. 1988. Contribution to the lichen flora of Brazil. XX. Additional records from

741 São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul State. **Comunicaciones Botánicas Del Museo de Historia**

742 **Natural de Montevideo 5 (85): 1-7.**

743 Osorio, H. S. & Fleig, M. 1989. Contribution to the lichen flora of Brazil. XXV. Lichens from Parque

744 Náutico, Santa Maria, Rio Grande do Sul State. **Comunicaciones Botánicas Del Museo de Historia**

745 **Natural de Montevideo 5 (89): 1-4.**

746 Osorio, H. S. & Fleig, M. 1990. Contribution to the lichen flora of Brazil. XXVI. Lichens from Vale do

747 Diabo, Rio Grande do Sul State. **Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de**

748 **Montevideo 5 (92): 16.**

749 Osorio, H. S. & Fleig, M. 1991. Contribution to the lichen flora of Brazil. XXVIII. Lichens from northern

750 Santa Maria, Rio Grande do Sul State. **Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de**

751 **Montevideo 5 (96): 1-7.**

752 Øvstedal, D. O. & Smith, R. I. L. 2001. **Lichens of Antarctica and South Georgia**. A guide to their

753 identification and ecology. Studies in polar Research, Cambridge University Press, Cambridge, 411 pp.

754 Sipman, H. J. M. & Aptroot, A. 1992. Results of a botanical expedition to Mount Roraima, Guyana. II.

755 Lichens. **Tropical Bryology 5: 79-108.**

756 Sipman, H. J. M. & Wolf, J. H. D. 1998. Provisional checklist of the lichens of Chiapas. **Acta Botánica**

757 **Mexicana 45: 1-29.**

- Stenroos, S. 1988. The family Cladoniaceae in Melanesia. 3. *Cladonia* sections Helopodium, Perviae and Cladonia. **Annales Botanici Fennici** **25**: 117-148.
- Stenroos, S., Hyvonen, J., Myllys, L., Thell, A. & Ahti, T. 2002. Phylogeny of the genus *Cladonia* s.lat. (Cladoniaceae, Ascomycetes) inferred from molecular, morphological, and chemical data. **Cladistics** **18**: 237–278.
- Swinscow, T. D. V. & Krog, H. 1988. **Macrolichens of East Africa**. British Museum (Natural History), London. 390 pp.
- Taylor, C. J. 1967. **The lichens of Ohio. Part I. Foliose lichens**. The Ohio Biological Survey, The Ohio State University Press, Columbia.
- Taylor, C. J. 1968. **The lichens of Ohio. Part II. Fruticose lichens**. The Ohio Biological Survey, The Ohio State University Press, Columbia.
- Vainio, E. A. 1887. **Monographia Cladoniarum Universalis. I**. Acta Societatis pro Flora et Fauna Fennica, v. 4, 509 pp.
- Vainio, E. A. 1894. **Monographia Cladoniarum Universalis. II**. Acta Societatis pro Flora et Fauna Fennica, v. 10, 498 pp.
- Vainio, E. A. 1903. **Expédition Antarctique Belge**. Résultats du Voyage du S. Y. Belgica en 1897-1898-1899. J. E Buschmann. Belgium. 47pp.
- Wang, X. Y.; Joshi, Y. & Hur, J. S. 2011. The genus *Cladonia* (lichenized *Ascomycota*, *Cladoniaceae*) in South Korea. **Mycotaxon** **117**: 405-422.
- Wei, J. C. 1991. **Cladina and Cladonia. An enumeration of lichens in China**. pp. 62-82. International Academic Publishe

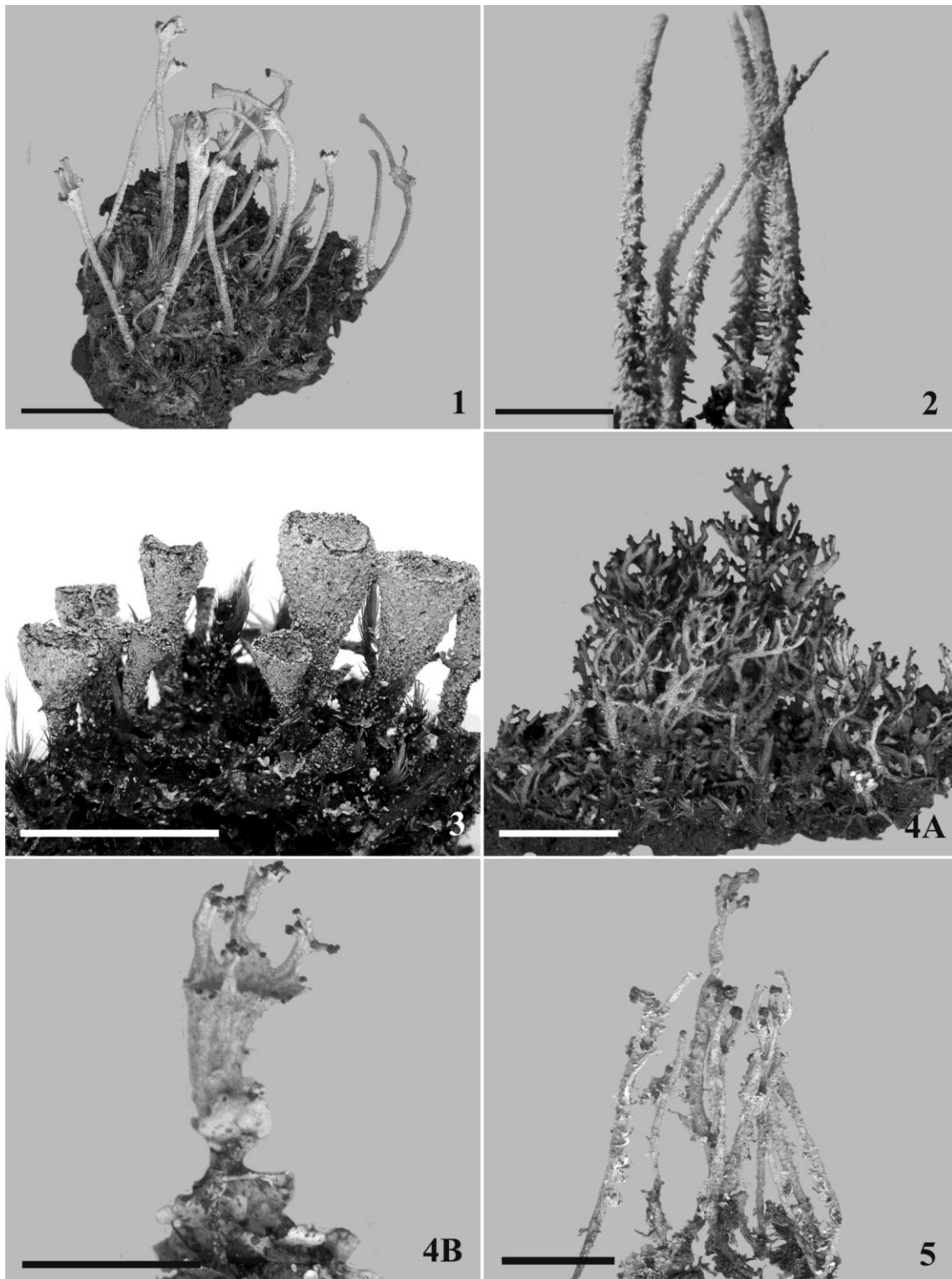


Figura 1: *Cladonia chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng. (A. M. Charnei et al. 58). Figura 2:  
*Cladonia furfuracea* Vain. (A. M. Charnei et al. 303). Figura 3: *Cladonia grayi* G. Merr. ex Sandst. (A.  
*M. Charnei et al. 79*). Figura 4: *Cladonia multiformis* G. Merr. A. Podécios mais desenvolvidos, acifosos  
 (A. M. Charnei et al. 28). B. Podécio menos desenvolvido, cifoso (A. M. Charnei et al. 145). Figura 5:  
*Cladonia ochracea* L. Scriba (E. Gumboski & F. Beilke 2236). Escalas = 1 cm.

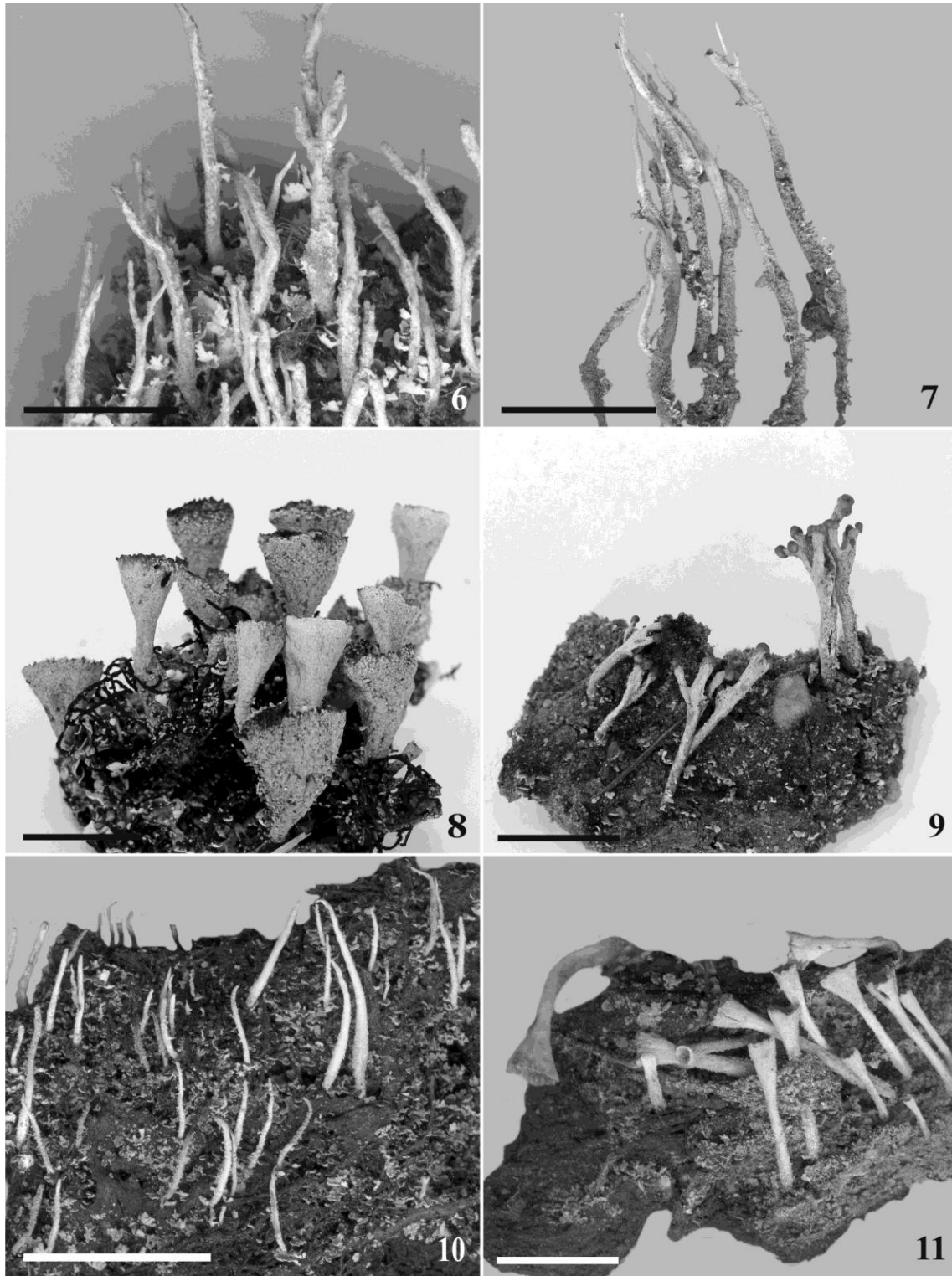


Figura 6: *Cladonia ochrochlora* Flörke (A. M. Charnei et al. 151). Figura 7: *Cladonia polyscypha* Ahti &  
 L. Xavier (A. M. Charnei et al. 408). Figura 8: *Cladonia pyxidata* (L.) Hoffm. (F. B. Matos s. n.). Figura  
 9: *Cladonia ramulosa* (With.) J. R. Laundon (A. M. Charnei et al. 137). Figura 10: *Cladonia subradiata*  
 (Vain.) Sandst. (F. Beilke et al. 33). Figura 11: *Cladonia subsquamosa* Kremp. (A. M. Charnei et al. 440).  
 Escalas = 1 cm.

Capítulo04, submetido à revista The Bryologist no dia 21 de março de 2013.

## **Four new species of *Cladonia* (Cladoniaceae, Ascomycota) of Southern Brazil**

Ana Marcia Charnei<sup>1,2</sup> & Sionara Eliasaro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, 81531-980, Curitiba, PR, Brazil. <sup>2</sup>Correspondence to: acharnei@yahoo.com.br*

**ABSTRACT.** *Cladonia maackii*, *C. maculata*, *C. paranaensis* and *C. quiririensis* are described as new to science. These species were found between the altitudes of 900 to 1887 meters on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil.

**Key words.** Lichen, Paraná, Santa Catarina, Serra do Mar

The Serra do Mar is a mountain system which extends, parallel to the Atlantic coastline, for about 1000 km from the States of Rio de Janeiro to Santa Catarina (Santos 2004). In the south Brazil it comprises a chain of mountains with peaks higher than 1800 m of altitude in the State of Paraná and in the northern of the State of Santa Catarina, it ceases to exist as a unit orographic and is in parallel strands of mountains and isolated hills (Almeida & Carneiro 1998). The *Cladonia* P. Browne species are very abundant and diverse in environments above 900 m in Serra do Mar in South Brazil, but are still poor studied. During a survey of Cladoniaceae in this area we discovered four new species of this genus.

## **Materials and methods**

The new species are described from specimens collected on soil or rock in high-altitude grassland vegetation between 900 to 1887 m on the Serra do Mar Mountain in South Brazil. The geographic and climatic data from the study area are described in Charnei & Eliasaro (2013). The specimens were examined using standard stereoscopic and light microscopic

techniques. Sections of thalli and pycnidia were mounted in water. Chemical constituents were identified by spot tests, under UV light (Taylor 1967; 1968) and thin layer chromatography using solvent system C (Culberson & Ammann 1979; Elix & Ernst-Russell 1993) and by comparison with authentic samples.

## New Species

*Cladonia maackii* Charnei & Eliasaro, sp. nov.

Fig. 1

Mycobank MB XXXXXX

**Diagnosis:** Differing from *Cladonia squamosa* by the podetia with a strongly melanotic base and with closed axils.

**TYPE: BRAZIL. PARANÁ:** Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire Pico Paraná, 25°15'S, 48°48'W, 1880 m, 06 Jul 2011, A. M. Charnei *et al.* 223 (UPCB).

**Etymology:** The name is given in the honour of Reinhard Maack, a german geologist who lived most of his life in Brazil and who during his explorations discovered the Pico Paraná, the highest point in Southern Brazil.

**Description.** Primary thallus evanescent, consisting of lacinate squamules, 0.5—2.0 mm long × 0.1—0.5 mm wide, ascending, soredia and granules absent, margins slightly crenate, without rhizines; upper surface corticate, greenish grey, smooth, opaque, pruinose absent; lower surface ecorticate, white, arachnoid, not veined; cortex 25—50 µm thick; medulla 60—130 µm thick; pycnidia absent. Secondary thallus: 1.0—5.3 cm tall, 0.4—1.1 mm thick, whitish grey to brownish grey, simple or slightly dichotomously branched, anisotomic, ascyphose, with a base strongly melanotic that occasionally reaches half of the podetia, imperforate; surface entirely ecorticate, stereome generally exposed, soredia and

granules absent, squamules lacinate abundant, up to 1.8 mm long, but sometimes so small that can be confused with granules, dispersed throughout the podetia, but more abundant in the lower regions; medulla 0—20  $\mu$ m thick; stereome 100—190  $\mu$ m thick, hyaline in upper region and blackened in the basal region; hymenial disks absent; pycnidia uncommon, apical, cylindrical, brown, immature.

**Chemistry:** Spot tests: K+ yellow, C-, KC-, UV-. TLC: thamnolic acid.

**Ecology & Distribution:** The species is known from only three adjacent localities, where it was growing on the ground or among mosses and plant debris in high-altitude grassland vegetation between 1300 to 1850 m. It was found primarily isolated from other species of lichenized fungi but it was also observed growing intermixed with specimens of *Everniastrum vexans* (Zahlbr. ex W. L. Culb. & C. F. Culb.) Hale ex Sipman, *Cladia aggregata* (Sw.) Nyl and *Cladonia ceratophylla* (Sw.) Spreng.

**Specimens examined:** BRAZIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Ibiriraquire, Pico Paraná, 25°15'S, 48°48'W, 1800 m, 06 Jul 2011, A. M. Charnei et al. 212, 219 (UPCB); Morro Caratuva, 25°24'S, 48°49'W, 1850 m, 06 Jul 2011, A. M. Charnei et al. 195 (UPCB); *ibid.* A. Gerlach 687b (UPCB); Serra Virgem Maria, 1300 m, 31 Jan 2004, C. G. Donha 1749 (UPCB).

**Comments:** The podetia completely ecorticate and squamulose, with closed axils, and with a strongly melanotic base that reaches occasionally half of the podetia and the presence of thamnolic acid are the main characters to distinguish this species.

*Cladonia squamosa* Hoffm, also possesses the podetial surface ecorticate and squamulose and produces thamnolic acid, but has regularly open axils and has no melanotic base (Ahti 2000; Burgaz & Ahti 2009).

Superficially *Cladonia polytypa* Vain. resembles *C. maackii* as both species have a melanotic base and contain thamnolic acid. However, the axils of *C. polytypa* are mostly open

(Vainio 1887) as observed in the specimen *E. L. Gumboski et al. 2124* (UPCB) from Caraça in the State of Minas Gerais, which has about 80—90% of axils open. In addition, in *C. polytypa* the podetial base is slightly melanotic and it has no simple podetia.

*Cladonia furfuraceoides* Ahti & Sipman could be confused with *C. maackii*, since these two species have similar branching pattern of the podetia, closed axils, clearly melanotic base and have the podetial surface ecorticate and squamulose. However, *C. furfuraceoides* has scyphose podetia and is chemically different, with fumarprotocetraric acid and related compounds (Stenroos *et al.* 2002).

***Cladonia maculata*** Charnei & Eliasaro, sp. nov.

Fig. 2

Mycobank MB XXXXXX

**Diagnosis:** Differing from *Cladonia secundana* by the medulla of primary squamules and podetia with orange pigment, and by the podetia without stereome and with a surface markedly maculate.

**TYPE:** BRAZIL. SANTA CATARINA: Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S, 48°53'W, 1250 m, 13 Aug 2011, A. M. Charnei *et al.* 325 (UPCB).

**Etymology:** The specific name is derived from the Latin word *macula* (= spot) and refers to the maculate podetia.

**Description.** Primary thallus: persistent, consisting of lobed squamules, generally ascending, 0.1—1.0 cm long × 0.2—1.3 cm wide, soredia and granules absent, margins entire to irregularly crenate, without rhizines; upper surface corticate, yellowish green, verruculose, slightly glossy, pruinose absent; lower surface ecorticate, orange to brownish, arachnoid, not veined; cortex 80—240 µm thick; medulla 110—320 µm thick, mainly orange to seldom white with orange spots; pycnidia abundant, mainly laminal, red to brownish red, pyriform,



101 red mucilage; conidia falciform,  $7\text{--}8 \times 1 \mu\text{m}$ . Secondary thallus: 0.2—2.1 cm tall, 0.7—1.5  
102 mm thick, yellowish green to olive green, simple to often moderately branched in upper  
103 regions of podetia, imperforate, but sometimes the hymenial disks break up, ascyphose, not  
104 melanotic at base; surface corticate, maculate, distinct, macula up to 1.2 mm long, verruculose  
105 and cracked, soredia and granules absent, squamules lobed, up to 0.6 mm long, scarce; cortex  
106 (0—) 50—140  $\mu\text{m}$  thick; medulla 250—550  $\mu\text{m}$  thick, mainly orange to seldom white with  
107 orange spots; stereome absent; central canal felty; hymenial discs common, red, apical,  
108 solitary or clustered, with up to 0.4 cm in diameter when solitary but smaller when clustered;  
109 ascospores ellipsoid,  $9\text{--}12 \times 4 \mu\text{m}$ ; pycnidia absent.

110       **Chemistry:** Spot tests: cortex K-, C-, KC-, UV-; medulla K+ brownish red, C-, UV-.  
111 TLC: usnic and rododactylonic acids and three unidentified substances with Rf C approximately  
112 13, 35 and 40.

113       **Ecology & distribution:** *Cladonia maculata* is known only from the type locality in  
114 the Pico da Serra do Tabuleiro, a region in the Southeast part of the State of Santa Catarina,  
115 where it is common and grows on the ground and on thin layer of sediment on rock, in open  
116 and very exposed sites at 1250 m, commonly growing together with *Cladia aggregata*.

117       **Specimens examined:** BRAZIL. SANTA CATARINA: Santo Amaro da Imperatriz,  
118 Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S, 48°53'W, 1250 m, 13 Aug 2011, A. M. Charnei *et al.*  
119 326, 385, 387, 388, 389 (UPCB).

120       **Comments:** *Cladonia maculata* is distinguished by the broad primary squamules, with  
121 orange to rarely white with orange spots medulla, the podetia distinctly maculate, without  
122 stereome and by the production of usnic and rododactylonic acids.

123       *Cladonia maculata* is similar to *C. secundana* Nyl., a species that has chemotypes with  
124 usnic and rododactylonic acids (Ahti 2000), by having a persistent primary thallus, consisting of  
125 lobed squamules and corticate podetia. However, *C. secundana* differ in having a completely

white medulla, and podetia emaculate with a continuous to subcontinuous stereome (Stenroos 1989; Ahti 2000). These two species grow together in Serra do Tabuleiro, where can be easily differentiated by observing the podetial surface.

This species is clearly a member of *Cladonia miniata* G. Mey. group (Stenroos 1989) by the primary thallus persistent, consisting of broad squamules with thick cortex and by the red hymenial discs. Within this group, due to the color of the medulla and absence of stereome, *C. maculata* could be confused with *C. miniata* and *C. salmonea* S. Stenroos. However, in *C. miniata* the primary squamules have granules at the margins and a veined lower surface, the podetium is flabellate, poorly differentiated from primary squamules and also differs chemically since it lacks usnic acid (Ahti 2000). *Cladonia salmonea* has elongated squamules deeply divided into lobes, up to 5.0 cm long, which are greater than those found in *C. maculata* and the podetia, that are rarely produced, are very rudimentary and deformed with no more than 2.0 mm tall (Stenroos 1989; Ahti 2000), whereas in *C. maculata* they are frequent and taller. Furthermore, in these two species the surface of podetia are emaculate (Stenroos 1989; Ahti 2000).

*Cladonia parvipes* (Vain.) S. Stenroos, another member of *Cladonia miniata* group, can be distinguished by its squamules with granules at the margins, the podetial surface partially ecorticate and emaculate and by the absence of usnic acid (Ahti 2000).

Morphologically it is similar to *C. cristatella* Tuck., an endemic species of eastern North America (Hammer 2001) that differs by the presence of stereome (Vainio 1887) and by the production of barbatic and didymic acids (Moore 1968; Brodo *et al.* 2001).

According to Ahti (2000), *C. gracilentia* Tuck. and *C. leporina* Fries also have no stereome and produce usnic acid. However, *C. gracilentia* differs from *C. maculata* by the formation of scyphy (Ahti 2000) and *C. leporina* by the evanescent primary squamules (Ahti 2000; Brodo *et al.* 2001). Moreover, these species have no maculate podetia.

*Cladonia subminiata* S. Stenroos also possesses a persistent primary thallus and produce usnic acid, but the medulla is entirely white and the podetia, which are rarely present, are strongly phyllopodial, smaller, with discontinuous cortex and with stereome (Stenroos 1989).

***Cladonia paranaensis*** Charnei & Eliasaro, sp. nov.

Fig. 3A-B

Mycobank MB XXXXXX

**Diagnosis:** Differing from *Cladonia peziziformis* by the primary squamules lacerate to incised,  $0.5\text{—}1.7 \times 0.3\text{—}1.0$  mm, friable and by the podetial surface ecorticate without fissure or slit.

**TYPE:** BRAZIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Morro do Getúlio,  $25^{\circ}14'S$ ,  $48^{\circ}50'W$ , 1230 m, 06 Jul 2011, A. M. Charnei et al. 141 (UPCB).

**Etymology:** The specific epithet is derived from the word “paraná”, meaning from Paraná, a State in Southern Brazil.

**Description.** Primary thallus: persistent, consisting of lacerate to incised squamules,  $0.5\text{—}1.7$  mm long  $\times$   $0.3\text{—}1.0$  mm wide, friable, imbricate, margins crenate, soredia and granules absent, without rhizines; upper surface corticate, green, smooth, slightly glossy, pruinose absent; lower surface ecorticate, white or with brownish yellow spots, arachnoid, not veined; cortex  $20\text{—}30$   $\mu\text{m}$  thick; medulla  $80\text{—}120$   $\mu\text{m}$  thick; pycnidia laminal, scarce, globose, black, mucilage and conidia absent. Secondary thallus:  $0.3\text{—}1.4$  cm tall,  $0.4\text{—}0.8$  mm thick at the base, thickening towards the apices, up to  $1.5$  mm thick at the apex, whitish grey, commonly simple to 2-3 branched, but rarely up to nine branches mostly in the upper half of podetia, imperforate, ascyphose, base not melanotic; surface entire, ecorticate, verruculose, esorediate, squamules scarce mainly at the base of podetia, up to  $0.6$  mm long,

margins crenate; medulla (0—) 20—100  $\mu\text{m}$  thick; stereome 100—250  $\mu\text{m}$  thick, hyaline, poorly delimited from the medulla; central canal papillate with longitudinal strands near the hymenial disks; hymenial disks beginning planes at the apex of podetium, but as they develop, due to further growth of one side of podetium, they become lateral and concave, brown, 0.5—1.8 mm in diameter; ascospores ellipsoid,  $7\text{—}9 \times 3 \mu\text{m}$ ; pycnidia absent.

**Chemistry:** Spot tests: K-, C-, KC-, UV-. TLC: fumarprotocetraric acid.

**Ecology & distribution:** *Cladonia paranaensis* is currently known only from the type locality, Morro do Getúlio, in northeast part of the State of Paraná, and in this hill much of the slopes and almost all the top was burned in 2007, and is currently covered by herbaceous vegetation. It occurs on soil, in well illuminated and exposed places and isolated from other species of *Cladonia*.

**Comments:** *Cladonia paranaensis* is a member of section *Helopodium* (*sensu* Ahti 2000) by the primary squamules persistent, ascyphose podetia, hymenial disks brown and by the production of fumarprotocetraric acid. Within this section, *C. peziziformis* (With.) J. R. Laundon and *C. solida* Vain., can have hymenial disks arranged laterally (Ahti, pers. comm.) as *C. paranaensis* (fig. 3B.).

However, *Cladonia peziziformis* has primary squamules rounded, nearly circular, thick (220—320  $\mu\text{m}$ ), with margins smooth to slightly crenate and with granules (Ahti 2000; Wang *et al.* 2008; Burgaz & Ahti 2009), whereas *C. parananensis* has lacerate to incised squamules, thin (100—150  $\mu\text{m}$ ) and very fragile (breaking easily when they are cut anatomically), with margins crenate without granules. These two species also differ in the podetial surface, in *C. peziziformis* it is corticate-areolate with longitudinal fissures that expose the central canal (as observed in the specimen *G. Hatschbach 16428*; MBM), whereas in *C. paranaensis* it is ecorticate, entire, with no fissure or slit.

*Cladonia solida* differs from *C. paranaensis* in having corticate and solid podetia, rarely with hollow regions in the base (Vainio 1894; Ahti 2000; Gumboski & Eliasaro 2012).

*Cladonia furfuracea* Vain. also has podetia ecorticate and verrucose and contains fumarprotocetraric acid, but has most or all podetia scyphi-forming and has isidioid squamules (Ahti 2000).

This species is, among the species of *Cladonia* occurring in Serra do Mar in South Brazil, the easier *Cladonia* to identify due to the hymenial disks positioned laterally.

***Cladonia quiririensis*** Charnei & Eliasaro, sp. nov.

Fig. 4A-B

Mycobank MB XXXXXX

**Diagnosis:** Differing from *Cladonia polyscypha* by absent of the scyphose podetia with the surface entirely ecorticate, and by the secondary squamules situated mainly in the apical region usually producing new podetia.

**TYPE:** BRAZIL. SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, 26°04'56"S, 48°54'37"W, 970 m, 07 May 2011, A. M. Charnei et al. 110 (UPCB).

**Etymology:** The epithet “quiririensis” is derived from the Tupi–Guarani language word quiriri (= silence, peace) and refers to type locality.

**Description.** Primary thallus: evanescent, consisting of lobed squamules, 1.0—3.0 mm long × 0.9—2.0 mm wide, soredia and granules absent, margins entire, without rhizines; upper surface corticate, greyish green, smooth, opaque, pruinose absent; lower surface ecorticate, white with brownish spots in the base, arachnoid, not veined; cortex 30—50 µm thick; medulla 80—130 µm thick; pycnidia absent. Secondary thallus: 0.9—4.8 cm tall, 0.6—2.3 mm thick, whitish grey, slightly branched, branches mainly in the upper half of podetia, without clearly definite pattern, ranging from two to nine branches, tips subulate,

base melanotic, imperforate; surface ecorticate, sorediate, soredia farinose generally falling and exposing the medulla and/or the stereome, granules absent, squamules lacinate, up to 1.2 mm long, located mainly in the apical region of the podetia, from where usually new podetia are formed; medulla 0—90  $\mu\text{m}$  thick; stereome 110—240  $\mu\text{m}$  thick, brownish in the basal region, hyaline in the upper region; central canal grooved; hymenial disks absent; pycnidia apical, uncommon, dark brown, cylindrical to pyriform, mucilage hyaline; conidia slightly curved to falciform,  $5\text{—}7 \times 1 \mu\text{m}$ .

**Chemistry:** Spot tests: K-, C-, KC-, UV-. TLC: fumarprotocetraric acid and traces of physodalic acid.

**Ecology & distribution:** Although collected both in the state of Paraná and Santa Catarina, *Cladonia quiririensis* is a rare species that grows on soil, isolated from other species of *Cladonia*.

**Specimens examined:** BRAZIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra da Graciosa, 24 Aug 1993, *S. Eliasaro 1043* (UPCB). SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, 26°04'56"S, 48°54'37"W, 970 m, 07 May 2011, *A. M. Charnei et al. 107* (UPCB).

**Comments:** *Cladonia quiririensis* is characterized by the branched podetia with melanotic base and farinose soredia, entirely ecorticate, and by the secondary squamules situated mainly in the apical region and usually producing new podetia.

Morphologically *C. quiririensis* closely resembles *C. polyscypha* Ahti & L. Xavier, but the latter species can be distinguished by the podetia simple to slightly branched, with apices mainly scyphose, with cortex at least in the basal region, sometimes the cortex reaching almost half of podetia and by the secondary squamules scattered throughout the podetia (Ahti *et al.* 1993; Gumboski & Elisaro 2012).

*Cladonia macilentoides* Ahti & Fleig could also be confused with *C. quiririensis*, since in both the podetia are ascyphose and sorediate, and *C. macilentoides* sometimes has

melanotic base (Fleig *et al.* 1995; Ahti 2000) as in *C. quiririensis*. However, *C. macilentoides* has podetia mainly simple to dichotomously branched, hymenial disks red and contains thamnolic acid. In the field, *C. macilentoides* (e.g. *A. M. Charnei et al. 105*) and *C. quiririensis* grow together and they can be differentiated by the more branched podetia and by the formation of new podetia from the secondary squamules in the latter (fig. 4B).

*Cladonia subradiata* (Vain.) Sandst., a superficially similar and common species in south Brazil (Gumboski & Eliasaro 2012) differs in having scyphose podetia without melanotic base.

## Acknowledgments

We thank to Alice Gerlach, Emerson Gumboski, Flávio Beilke, Vanessa Ariati and Victor de Freitas Batista for assistance in the collecting. We thank the curator of MBM for the loan of specimens. We also thank FATMA (Fundação do Meio Ambiente) and IAP (Instituto Ambiental do Paraná) for the permission to collect, and CAPES (Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) for granting a Mastership to Charnei.

## Literature cited

- Almeida, F. F. M. & Carneiro, C. D. R. 1998. Origem e Evolução da Serra do Mar. *Revista Brasileira de Geociências* 28 (2): 135-150.
- Ahti, T. 2000. *Cladoniaceae*. *Flora Neotropica*, 78, Organization for Flora Neotropica and New York Botanical Garden, Bronx. 362 pp.
- Brodo, I. M., S. D. Sharnoff & S. Sharnoff. 2001. *Lichens of North America*. Yale University Press, New Haven & London. 795 pp.
- Burgaz, A. R. & T. Ahti. 2009. *Cladoniaceae*. *Flora Lichenológica Ibérica*. Vol. 4. Sociedad Española de Lichenología (SEL), Madrid. 111 pp.

- 275 Charnei, A. M. & Eliasaro, S. 2013. Verticillate *Cladonia* species (Lichenized Ascomycota)  
276 from high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil.  
277 *Hoehnea* 40 (1): 87-97.
- 278 Culberson, C. F. & K. Ammann. 1979. Standardmethode zur dünnschichtchromatographie von  
279 flechtensubstanzen. *Herzogia* 5: 1–24.
- 280 Elix, J. A. & K. D. Ernst-Russell. 1993. A catalogue of standardized thin layer  
281 chromatographic data and biosynthetic relationships for lichen substances. 2nd edition.  
282 Canberra: Australian National University.
- 283 Fleig, M.: Ahti, T. & Stenroos, S. 1995. A família Cladoniaceae (liquens) no Rio Grande do  
284 Sul, Brasil. *Napaea* 11: 1-29.
- 285 Gumboski, E. L. & Eliasaro, S. 2012. Espécies de *Cladonia* P. Browne (Cladoniaceae,  
286 Ascomycota) do Supergrupo *Cladonia* em restingas e costões rochosos dos Estados do  
287 Paraná e de Santa Catarina, Brasil. *Hoehnea* 39 (2): 315-337.
- 288 Hammer, S. 2001. Lateral growth patterns in the Cladoniaceae. *American Journal of Botany*  
289 88 (5): 788–796.
- 290 Moore, B. J. 1968. The Macrolichen Flora of Florida. *The Bryologist* 71 (3): 161-266.
- 291 Santos, A. R. dos. 2004. A grande barreira da Serra do Mar: da trilha dos Tupiniquins à  
292 Rodovia dos Imigrantes. São Paulo, Ed. O Nome da Rosa.
- 293 Stenroos, S. 1989. Taxonomic revision of the *Cladonia miniata* group. *Annales Botanici*  
294 *Fennici* 26: 237-261.
- 295 Stenroos, S., Hyvönen, J., Myllys, L., Thell, A. & Ahti, T. 2002. Phylogeny of the Genus  
296 *Cladonia* s. lat. (Cladoniaceae, Ascomycetes) Inferred from Molecular, Morphological,  
297 and Chemical Data. *Cladistics* 18: 237-278
- 298 Taylor, C. J. 1967. The lichens of Ohio. Part I. Foliose lichens. The Ohio Biological Survey,  
299 The Ohio State University Press, Columbia.



300 Taylor, C. J. 1968. The lichens of Ohio. Part II. Fruticose lichens. The Ohio Biological  
301 Survey, The Ohio State University Press, Columbia.

302 Vainio, E. A. 1887. Monographia Cladoniarum Universalis. I. Acta Societatis pro Flora et  
303 Fauna Fennica, v. 4, 509 pp.

304 Vainio, E. A. 1894. Monographia Cladoniarum Universalis. II. Acta Societatis pro Flora et  
305 Fauna Fennica, v. 10, 498 pp.

306 Wang, X. Y.; Hur, H.; Lee, Y. M.; Bae, F.; Koh, Y. J. & Hur, J.S. 2008. *Cladonia peziziformis*  
307 (Lichenized Ascomycota, Cladoniaceae) New to Korea. Mycobiology 36(3) :193-194.

308

309

310

311

312

313

314

315

316



317

318 Figures 1-4: 1- *Cladonia mackii* (A. M. Charnei et al. 223). 2- *C. maculata* (A. M. Charnei et  
 319 al. 325). 3- *C. paranaensis*. A- General aspect. B- Detail of laterality of hymenial discs (A. M.  
 320 Charnei et al. 141). 4- *C. quiririensis*. A- General aspect. B- Detail of new podetia originated  
 321 in the squamules of the podetia (A. M. Charnei et al. 110). Scale bar = 1 cm (except 4B =  
 322 1mm).

Capítulo 05, a ser submetido à revista *Hoehnea*.

**Espécies de *Cladonia* acifosas do Supergrupo *Cladonia* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil**

Ana Marcia Charnei<sup>1,2</sup> & Sionara Eliasaro<sup>1</sup>

**Título resumido: *Cladonias* acifosas da Serra do Mar no Sul do Brasil**

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná, Departamento de Botânica, Laboratório de Liquenologia, 81531-970, Curitiba, PR, Brasil. Caixa Postal 19031.

<sup>2</sup>Autor para correspondência: [acharnei@yahoo.com.br](mailto:acharnei@yahoo.com.br)

**RESUMO** - (Espécies de *Cladonia* acifosas do Supergrupo *Cladonia* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil). Em um levantamento das espécies de *Cladonia* ocorrentes em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil foram encontradas dez espécies acifosas do Supergrupo *Cladonia*. *Cladonia corniculata* e *C. furcata* são novas ocorrências para o Estado do Paraná, enquanto que *C. cartilaginea* é nova para Santa Catarina. São fornecidas chave de identificação, descrições detalhadas, comentários e ilustrações.

Palavras-chave: Fungos liquenizados, Paraná, Santa Catarina, taxonomia.

**ABSTRACT** - (Ascyphose *Cladonia* species of the *Cladonia* Supergroup from high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil). In a survey of the species of *Cladonia* occurring in high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil, ten ascyphose species were found. *Cladonia corniculata* and *C. furcata* are new records to the State of Paraná, while *C. cartilaginea* is new to the State of Santa Catarina. Their detailed descriptions, an identification key, illustrations and taxonomical remarks are provided.

Key words: Lichenized fungi, Paraná, Santa Catarina, taxonomy.

## Introdução

As espécies de *Cladonia* P. Browne do Supergrupo *Cladonia* (Stenroos *et al.* 2002), são morfológicamente muito variadas. Os podécios variam de simples a muito ramificados, com ápices cifosos (em forma de taça) ou acifosos, e neste caso podem ser subulados, cilíndricos ou clavados (Ahti 2000, Burgaz & Ahti 2009). Charnei & Eliasaro (2013a, b) encontraram 19 espécies cifosas em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil, no entanto as espécies com ápices acifosos são praticamente desconhecidas.

Das 16 espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Cladonia* com ápices acifosos conhecidas no Sul do Brasil (Fleig *et al.* 1995, Ahti 2000, Gumboski & Eliasaro 2011a, b, Gumboski & Eliasaro 2012, Eliasaro *et al.* 2012), somente *C. ceratophylla* (Sw.) Spreng. é registrada para ambientes acima de 900 metros de altitude da Serra do Mar no Paraná e não há qualquer registro nestes ambientes para Santa Catarina.

## Material e Métodos

A área de estudo, bem como seus dados geográficos e climáticos são descritos em Charnei & Eliasaro (2013b). Em laboratório, os materiais após serem secos em temperatura ambiente ou em estufa a baixa temperatura, foram herborizados e incorporados ao Herbário UPCB da Universidade Federal do Paraná. Também foram estudados espécimes dos herbários ICN e MBM.

As análises morfológicas foram realizadas sob microscópio estereoscópico (20-50×) e para as análises anatômicas, cortes feitos à mão livre, foram observados sob microscópio óptico (400-1000×), ambos com ocular com retículo graduado. Para a identificação de metabólitos secundários de importância taxonômica foram utilizados: testes de coloração de córtex e medula, observação do talo sob lâmpada UV (Taylor 1967; 1968) e cromatografia em camada delgada (CCD) seguindo Culberson & Ammann (1979) e Elix & Ernst-Russell (1993).

## Resultados e Discussão

Foram encontradas 10 espécies de *Cladonia* acifosas do Supergrupo *Cladonia* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil. Destas, *C. cartilaginea* Müll. Arg. e *C. megaphylla* Ahti & Marcelli são novas citações para Santa Catarina. *Cladonia corniculata* Ahti & Kashiw. e *C. furcata* (Huds.) Schrad. são novas ocorrências para o Paraná.

No Estado do Paraná ocorreram sete espécies e em Santa Catarina nove. *Cladonia paranaensis* Charnei & Eliasaro somente foi coletada no Paraná enquanto *C. cartilaginea*, *C. megaphylla* e *C. solida* Vain. apenas em Santa Catarina.

*Cladonia ceratophylla* e *C. signata* (Eschw.) Vain. são muito comuns e abundantes nos dois Estados, enquanto que *C. furcata* é muito comum no Paraná, mas pouco frequente em Santa Catarina. *Cladonia cartilaginea*, *C. megaphylla*, *C. solida* e *C. paranaensis* são as espécies mais raras, sendo observado apenas um pequeno agregado de podécios de cada espécie.

### Chave artificial para espécies de *Cladonia* acifosas do Supergrupo *Cladonia* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil

1. Esquâmulas primárias bem desenvolvidas, parte dominante do talo; podécios ausentes ou pouco desenvolvidos
  2. Esquâmulas laciniadas, com rizinas marginais abundantes..... *C. ceratophylla*
  2. Esquâmulas lobadas, rizinas marginais ausentes a escassas
    3. Esquâmulas com 0,1—0,6 cm de comprimento, sem rizinas; podécios ecorticados ..... *C. pityrophylla*
    3. Esquâmulas com 0,5—2,1 cm de comprimento, com rizinas marginais escassas; podécios corticados ..... *C. megaphylla*
1. Esquâmulas primárias ausentes a pouco desenvolvidas; podécios como parte dominante do talo
  4. Podécios densamente ramificados, sem eixo principal definido ..... *C. signata*
  4. Podécios simples a pouco ramificados, com eixo principal definido

5. Podécios sólidos, ao menos em parte
  6. Superfície do podécio ecorticada, sorediada ..... *C. cartilaginea*
  6. Superfície do podécio corticada, esorediada ..... *C. solida*
5. Podécios completamente ocos
  7. Podécios bem desenvolvidos, com até 14 cm de altura, corticados, geralmente com perfurações ..... *C. furcata*
  7. Podécios menores, com até 4,8 cm de altura, ecorticados, sem perfurações
    8. Superfície do podécio esorediada; discos himeniais sempre presentes, dispostos lateralmente ..... *C. paranaensis*
    8. Superfície do podécio sorediada; discos himeniais ausentes
      9. Podécios com base melanótica ..... *C. quiririensis*
      9. Podécios sem base melanótica ..... *C. corniculata*

*Cladonia cartilaginea* Müll. Arg., Flora, Jena 63: 260 (1880). Tipo: VENEZUELA. CARACAS: Ernst 3 (holótipo G; foto H; isótipo G).

#### Figura 1

Talo primário: persistente, composto por esquâmulas recortadas, 0,6—2,9 mm de comprimento × 1,0—3,0 mm de largura, ascendentes, sorédios e grânulos ausentes, margens lisas a levemente crenadas, sem rizinas; superfície superior corticada, verde, lisa, levemente lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca, aracnoide, sem venações; córtex 30—50 µm de espessura; medula 60—110 µm de espessura; picnídios ausentes. Talo secundário: 0,6—2,0 cm de altura, 0,3—0,7 mm de espessura, cinza esbranquiçado, simples a pouco ramificado, ramificações dicotômicas na parte superior do podécio, ápices subulados, acifoso, perfurações ausentes, sem base melanótica; superfície totalmente ecorticada, sorédios granuloso dispersos por todo o podécio, geralmente caducos deixando a medula e/ou o estereoma exposto, esquâmulas lobadas de até 1,2 mm de comprimento somente nas partes basais; medula 0—20 (—30) µm de espessura; estereoma

170—230 µm de espessura, rígido, bem delimitado, amarelado; canal central geralmente sólido até cerca de 1/3 do podécio, levemente estriado a algumas vezes algodinoso nas regiões superiores; discos himeniais e picnídios ausentes.

Química: Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácido fumarprotocetrárico e traços de ácido fisodálico.

Comentários: *Cladonia cartilaginea* é caracterizada pelos podécios ecorticados, granuloso a sorediados e com o estereoma rígido, difícil de ser cortado com lâmina (Ahti & Hammer 2002).

Embora a presença de regiões sólidas no podécio não seja mencionada em nenhuma descrição desta espécie, Ahti (2000) comenta que ocasionalmente são encontrados podécios sólidos de *C. cartilaginea* em espécimes da região Neotropical, como observado no exemplar da área de estudo. Devido a esta característica, este exemplar poderia ser confundido com *C. solida*. Todavia, enquanto em *C. cartilaginea* as regiões sólidas se limitam a base e/ou até cerca de 1/3 do podécio, em *C. solida* os podécios são completamente sólidos, raramente com regiões ocas e, neste caso, somente na base do podécio. Além disto, em *C. cartilaginea* a superfície é totalmente ecorticada e sorediada, ao passo que em *C. solida* a superfície é corticada e esorediada.

*Cladonia subradiata* (Vain.) Sandst. pode ser confundida com *C. cartilaginea* por possuir podécios ecorticados e esorediados e pela produção de ácido fumarprotocetrárico. Contudo, *C. subradiata* é diferenciada pelos podécios com cifas apicais, sem regiões sólidas do podécio.

*Cladonia corymbites* Nyl. difere pela superfície do podécio com microesquâmulas crenadas a digitadas e pela produção de ácido homosequicáico (Ahti 2000).

Outra espécie relacionada química e morfológicamente é *C. corniculata*, porém esta é maior com até 4,0 cm de altura, a superfície do podécio é recoberta por sorédios farinosos e não há registros de que esta possa ter podécios sólidos, como observado em *C. cartilaginea*.

*Cladonia cartilaginea* é rara na área de estudo, sendo encontrado somente um espécime corticícola em área sombreada, desenvolvendo-se isoladamente de outras espécies do gênero.



Distribuição: Ásia (Ahti *et al.* 2002), América do Norte (Ahti & Hammer 2002), América Central (Ahti 2000) e América do Sul (Müller 1880), no Brasil (Vainio 1894), Equador, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname (Ahti 2000) e Venezuela (Müller 1880). No Brasil: AM (Ahti *et al.* 1993), ES, MS (Ahti 2000), MG (Vainio 1894), PB (Ahti 2000), PE (Ahti *et al.* 1993), PR (Ahti 2000), RJ (Vainio 1894), RS (Ahti *et al.* 1993) e SP (Ahti *et al.* 1993). Este é o primeiro registro para SC.

Espécimes examinados: BRASIL. SANTA CATARINA: Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S e 49°53'O, 1250 m, 13-VIII-2011, A. M. Charnei *et al.* 310 (UPCB).

***Cladonia ceratophylla*** (Sw.) Spreng., Syst. Veg. 4: 271, 1827. Tipo: JAMAICA (lectótipo designado por Ahti, 1993, S; isoelectótipo BM, H-ACH 1576, UPS).

## Figura 2

Talo primário: persistente, parte mais desenvolvida do talo, composto por esquâmulas lobadas a principalmente laciniadas, 0,7—2,4 cm de comprimento × 0,3—0,7 cm de largura, revolutas, sorédios e grânulos ausentes, margens lisas a irregularmente crenadas, rizinadas, rizinhas simples a ramificadas com até 2,4 mm de comprimento, variando de brancas a negras; superfície superior corticada, verde a verde amarelada, raramente amarronzada, levemente lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca, aracnoide, sem venações; córtex 40—80 µm de espessura; medula 100—260 (—300) µm de espessura; picnídios ausentes. Talo secundário: 0,3—1,9 cm de altura, 0,3—0,7 mm de espessura, esbranquiçado, simples a pouco ramificado, com até três ramificações, perfurações ausentes, acifoso, base não melanótica; superfície ecorticada a corticada somente na base do podécio, sorédios esparsos, grânulos presentes, geralmente isidioides, esquâmulas geralmente presentes, algumas vezes desenvolvendo-se bastante e originando novos podécios; córtex (0—) 20—45 µm de espessura; medula 70—210 µm de espessura; estereoma 70—210 µm de espessura, hialino, mal delimitado; discos himeniais raros, 0,3—0,5 mm de

diâmetro, marrons claros; ascósporos ausentes; picnídios frequentes, apicais, ovóides, marrons a negros, mucilagem hialina; conídios falciformes,  $6\text{--}7 \times 1 \mu\text{m}$ .

Química: Testes de coloração: K- ou K+ amarelo, C-, KC-, UV-. CCD: ácido fumarprotocetrárico, com ou sem atranorina.

Comentários: *Cladonia ceratophylla* é facilmente reconhecida pelas esquâmulas primárias laciniadas a lobadas, com rizinas marginais, podécios subulados, corticados somente na base, cobertos por sorédios e grânulos, os quais algumas vezes são isidioides (Vainio 1887, Fleig *et al.* 1995).

*Cladonia megaphylla* é semelhante a *C. ceratophylla*, pois as esquâmulas primárias são persistentes e bem desenvolvidas, representando assim a parte predominante do talo, além de apresentar rizinas marginais. No entanto, enquanto em *C. megaphylla* as rizinas marginais das esquâmulas primárias são escassas e pouco desenvolvidas (até 0,5 mm de comprimento) e os podécios são corticados e com fissuras longitudinais, em *C. ceratophylla* as rizinas são abundantes e maiores (até 2,4 mm de comprimento) e os podécios são ecorticados e sem fissuras.

*Cladonia latiloba* Ahti & Marcelli diferencia-se de *C. ceratophylla* pela ausência de rizinas marginais e pelos podécios corticados com ápices clavados (Ahti 2000).

Os espécimes A. M. Charnei *et al.* 109, 114 e 115, coletados na Serra do Quiriri, diferem dos demais pela base dos podécios escurecida. No entanto, Dal-Forno (comunicação pessoal) constatou, através de análises moleculares destes exemplares, que se trata de uma variação morfológica, provavelmente resultante das condições ambientais do local onde se desenvolviam.

*Cladonia ceratophylla* é uma das espécies mais comuns em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil. Desenvolve-se tanto isoladamente, quanto entremeadas com outras espécies do gênero, principalmente com *C. subsquamosa* Kremp., *C. subradiata*, *C. furfuracea* Vain. e *Cladia aggregata* (Sw.) Nyl.

Ocorre sobre solo, musgos, restos vegetais em decomposição, fina camada de sedimentos sobre rocha e em córtex, principalmente na base das árvores. É uma espécie muito comum em beiras de trilhas e locais com vegetação de menor porte.

Distribuição: Cosmopolita (Vainio 1887). Na América do Sul: Argentina (Calvelo & Liberatore 2002), Brasil, Bolívia (Vainio 1887), Colômbia, Equador (Ahti 2000), Guiana (Sipman & Aptroot 1992), Paraguai (Ahti 2000), Peru (Vainio 1887), Suriname (Sipman 1990), Uruguai (Ahti 2000) e Venezuela (Vainio 1887). No Brasil: BA, ES (Ahti 2000), MG (Vainio 1887), PR (Ahti 2000), RJ (Krempelhuber 1876), RS (Osorio & Fleig 1988a), SC (Müller 1891a) e SP (Müller 1881).

Espécimes examinados selecionados: BRASIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra Virgem Maria, 1300 m, 31-I-2004, *C. G. Donha* 1725, 1748, 1757 (UPCB); Serra do Capivari, Morro Capivari Grande, 30-IV-2000, *F. L. Brock s. n.* (UPCB); Serra do Ibitiraquire, Pico Paraná, 25°15'S e 48°48'O, 1800 m, 06-VII-2011, *A. M. Charnei et al.* 224 (UPCB); Morro Caratuva, 25°24'S e 48°49'O, 1850 m, 06-VII-2011, *A. M. Charnei et al.* 172, 180 (UPCB); Morro do Getúlio, 25°14'S e 48°50'O, 1230 m, 06-VII-2011, *A. M. Charnei et al.* 129, 146 (UPCB). Morretes, Serra da Graciosa, 24-VIII-1993, *S. Eliasaro* 1026 (UPCB). Quatro Barras, Serra da Baitaca, Morro Anhangava, 25°23'S e 49°00'O, 1420 m, 14-VII-2011, *A. M. Charnei et al.* 257 (UPCB); Morro Sete, 1100 m, 16-III-1991, *J. M. Silva* 983 (MBM). Piraquara, Serra Marumbi, Morro do Vigia, 28-III-2000, *F. L. Brock* 08 (UPCB); Morro do Canal, 09-VI-2009, *E. Gumboski* 1535 (UPCB); 08-X-2010, *A. Gerlach* 495 (UPCB); Morro do Bruninho, 25°23'03" S e 49°00'16"O, 1230 m, 04-XI-2011, *A. M. Charnei* 480 (UPCB). Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos Perdidos, 25°53'02"S e 48°57'35"O, 980 m, 04-VI-1998, *E. P. Santos & C. M. S. Coimbra* 498 (UPCB); 1260 m, 14-IV-2011, *A. M. Charnei et al.* 38 (UPCB). SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, Monte Crista, 26°04'56"S e 48°54'37"O, 15-V-2010, *E. Gumboski & F. Beilke* 1920, 1932 (UPCB); 26°04'40"O e 48°55'57"O, 931 m, 07-V-2011, *A. M. Charnei et al.* 109, 114, 115 (UPCB).

Joinville, Serra Queimada, 26°07'14"S e 49°02'46"O, 1240 m, 04-IX-2011, A. M. Charnei & F. Beilke 429 (UPCB); Serra Dona Francisca, Castelo dos Bugres, 26°13'S e 49°03'O, 998 m, 07-I-2011, E. Gumboski & F. Beilke 2229 (UPCB); *ibid.* 12-VIII-2011, A. M. Charnei *et al.* 410 (UPCB). Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S e 48°53'O, 1250 m, 13-VIII-2011, A. M. Charnei *et al.* 309, 333, 357 (UPCB).

***Cladonia corniculata*** Ahti & Kashiw., Studies on Cryptogams in Southern Chile 136. 1984. Tipo: CHILE. LLANQUIHUE: Cerro Pavilo, 16 Km a Oeste de Tegalda, 800-870 m, 1981, *Kawhiwadani* 17882 (holótipo TNS; isótipo H, SGO).

### Figura 3

Talo primário: persistente, composto por esquâmulas lobadas, recortadas, 0,9—2,3 mm de comprimento × 0,4—2,0 mm de largura, ascendentes, sorédios e grânulos ausentes, margens lisas a irregularmente crenadas, sem rizinas; superfície superior corticada, verde acinzentada, lisa, opaca, sem pruína; superfície inferior ecorticada, branca, aracnoide, sem venações; córtex 40—50 µm de espessura; medula 140—260 µm de espessura; picnídios ausentes. Talo secundário: 1,0—4,0 cm de altura, 0,5—1,7 mm de espessura, branco acinzentado, simples a pouco ramificado, ramificações principalmente dicotômicas na metade superior do podécio, ápices subulados, acifoso, base melanótica e perfurações ausentes; superfície totalmente ecorticada, sorediada, sorédios farinosos, caducos deixando a medula exposta, grânulos ausentes, esquâmulas escassas, com até 2,5 mm de comprimento, localizadas na metade inferior do podécio; medula 5—35 µm de espessura; estereoma 150—230 µm de espessura, hialino, geralmente bem delimitado; canal central sulcado; discos himeniais e picnídios ausentes.

Química: Testes de coloração: K-, C- KC-, UV-. CCD: ácido fumarprotocetrárico.

Comentários: *Cladonia corniculata* é caracterizada pelos podécios ramificados dicotomicamente, ápices subulados, acifosos, superfície ecorticada e recoberta por sorédios farinosos e caducos (Ahti & Kaswiwadani 1984).

Esta espécie é muita próxima a *C. subradiata* e *C. subulata* (L.) Wigg, uma vez que nestas os podécios também são ecorticados e sorediados, além de sintetizarem ácido fumarprotocetrárico. Todavia, em ambas há formação de podécios cifosos. Além disso, em *C. subulata* os sorédios são persistentes e em *C. subradiata* são granulosos, ao passo que em *C. corniculata* os mesmos são farinosos e caducos, geralmente expondo a medula (Ahti & Kashiwadani 1984).

*Cladonia corniculata* é semelhante a *C. cartilaginea* (ver comentários em *C. cartilaginea*).

Espécimes estéreis de *C. macilenta* Hoffm. podem ser confundidas com *C. corniculata* pelos podécios acifosos e com a superfície ecorticada, recoberta por sorédios. Contudo, são facilmente diferenciados quimicamente, pois enquanto *C. macilenta* produz ácidos tamnólico, barbático e didímico (Burgaz & Ahti 2009), *C. corniculata* produz ácido fumarprotocetrárico como principal metabólito secundário (Ahti & Kaswiwadani 1984, Stenroos 1988).

Não foram observados discos himeniais nos exemplares tanto da área de estudo quanto nos provenientes do Rio Grande do Sul, o que também é relatado por Archer (1992) para espécimes australianos e por Ahti & Kashiwadani (1984) e Ahti (2000) que destacam que a formação de discos himeniais nesta espécie rara.

De acordo com Ahti (2000), *C. corniculata* é comum na América do Sul e na América Central especialmente nas elevações dos Andes e do Sudeste do Brasil. No entanto, em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil é pouco comum, ausente na maioria dos pontos amostrados. Foi encontrada desenvolvendo-se somente sobre solo, geralmente isolada das demais espécies do gênero.

Distribuição: Oceania (Archer & Bartlett 1986), Ásia, América Central (Ahti 2000) e América do Sul (Ahti & Kashiwadani 1984), na Argentina (Stenroos & Ahti 1992), Bolívia (Ahti 2000), Brasil

(Fleig *et al.* 1995), Chile (Ahti & Kashiwadani 1984), Equador, Paraguai, Peru (Ahti 2000) e Venezuela (Lopez-Figueiras 1986). No Brasil: MG (Ahti 2000), RJ (Ahti 2000), RS (Fleig *et al.* 1995), SC (Ahti 2000) e SP (Ahti 2000). Este é o primeiro registro para o PR.

Espécimes examinados: BRASIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra Virgem Maria, 1200 m, 31-I-2004, *C. G. Donha* 1732 (UPCB); Serra do Ibitiraquire, Morro do Getúlio, 25°14'S e 48°50'O, 1230 m, 06-VII-2011, *A. M. Charnei et al.* 152 (UPCB). Piraquara, Serra Marumbi, Morro do Canal, 08-V-2002, *S. Eliasaro* 2225 (UPCB). SANTA CATARINA: Joinville, Serra Dona Francisca, 900 m, 04-V-2010, *F. Beilke et al.* 38 (UPCB).

Espécimes adicionais examinados: BRASIL. RIO GRANDE DO SUL: São Francisco de Paula, 920 m, 19/10/1987, *M. Fleig* 3086 (ICN). Viamão, 250 m, 31/01/1989, *T. Ahti, S. Stenroos, M. Fleig & Medeiros Filho* 16 (ICN).

***Cladonia furcata*** (Huds.) Schrad., Spic. Fl. Germ. 107, 1794. Tipo: INGLATERRA. SOUTH HUNTINGDONSHIRE: Winchfield, *Leighton s. n.*, Lich. Brit. Exs. 401 (epítipo designado “neótipo” por Ahti, 1993, BM; isoepítipos H, UPS).

#### Figura 4

Talo primário: ausente. Talo secundário: 2,8—14,0 cm de altura, 0,5—3,0 mm de espessura, talos férteis geralmente mais espessos que os estéreis, esverdeado a verde acinzentado, rígido, ramificado, eixo principal bem definido, ramificações frequentemente dicotômicas, raramente tricotômicas a politômicas, anisotômicas, axilas geralmente perfuradas a ocasionalmente fechadas, às vezes dilatadas com perfurações de até 4,8 mm de diâmetro, acifoso, sem base melanótica, porém algumas vezes tornando-se amarronzada, podécios férteis com fissuras longitudinais principalmente na região superior; superfície corticada, areolada, sorédios e grânulos ausentes, esquâmulas geralmente presentes, variando de esparsas a abundantes, distribuídas aleatoriamente pelo podécio,

recortadas com até 2,0 mm de largura  $\times$  2,5 mm de comprimento, com margens lisas a irregularmente crenadas; córtex 20—30  $\mu\text{m}$  de espessura; medula 50—80  $\mu\text{m}$  de espessura; estereoma 110—180  $\mu\text{m}$  de espessura, geralmente bem delimitado, hialino; canal central liso a levemente papilado; discos himeniais frequentes, apicais, marrons claros a marrons escuros, pequenos, com até 0,2 mm de diâmetro; ascósporos oblongos 12—13  $\times$  4—5  $\mu\text{m}$ ; picnídios frequentes em podécios estéreis, escassos em podécios férteis, apicais, dolioliformes, marrom enegrecidos, mucilagem hialina; conídios falciformes, 5—6  $\times$  1  $\mu\text{m}$ .

Química: Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácido fumarprotocetrárico, eventualmente associado a traços de ácido fisodálico.

Comentários: Os podécios de *C. furcata* são bem desenvolvidos, ramificados dicotomicamente, corticados, acifosos, esquamulosos, esorediados e com as axilas geralmente abertas (Vainio 1887).

*Cladonia multiformis* G. Merr., assim como *C. furcata*, possui podécios corticados, fissurados longitudinalmente e produz ácido fumarprotocetrárico. Todavia, em podécios menos desenvolvidos de *C. multiformis* os ápices são cifosos (Merrill 1909), enquanto que em *C. furcata* nunca são formadas cifas. Além do mais, a diferença de tamanho é evidente, não ultrapassando 4,5 cm em *C. multiformis* (Brodo *et al.* 2001), enquanto que espécimes de *C. furcata* atingem até 23 cm (Ahti 2000) e na área de estudo chegaram a 14 cm de altura

*Cladonia crispata* (Ach.) Flot. pode ser confundida com *C. furcata* pelos podécios corticados, esorediados e com perfurações axilares. No entanto, *C. crispata* diferencia-se pela formação de funis axilares e pela produção dos ácidos esquamático, barbático e/ou tamnólico (Ahti 2000, Brodo *et al.* 2001).

*Cladonia scabriuscula* (Delise) Nyl. difere de *C. furcata* pelos ápices granulados a sorediados e cobertos por numerosas microesquâmulas (Ahti & Hammer 2002, Burgaz & Ahti 2009).

De acordo com Vainio (1887) e Ahti (2000) os podécios férteis não produzem picnídios, porém no material analisado, embora escassos, foram observados picnídios em podécios férteis.

*Cladonia furcata* é muito comum em ambientes de altitude da Serra do Mar no Paraná, indicando assim que o fato de não haver sido citada para este Estado se deve a falta de coletas em ambientes de altitude e a falta de identificação de espécimes depositados nos herbários. No entanto, é menos frequente no Estado de Santa Catarina, onde foi encontrada somente em dois pontos amostrados. Desenvolve-se principalmente sobre solo e fina camada de sedimentos sobre rochas, às vezes sobre restos vegetais em decomposição e musgos. Em campo pode-se observar que os espécimes que se desenvolvem em áreas sombreadas possuem coloração verde, enquanto aqueles expostos à luz solar variam de cinza a marrom, dado também relatado por Brodo *et al.* (2001).

Distribuição: Cosmopolita: Oceania, Ásia, África (Vainio 1887), Europa (Crombie 1883), América do Norte, América Central, América do Sul e Antártida (Vainio 1887). Na América do Sul: Argentina (Calvelo & Liberatore 2002), Bolívia (Ahti 2000), Brasil (Vainio 1887), Chile (Müller 1882), Colômbia (Ahti 2000), Equador (Vainio 1887), Peru (Ahti 2000), Uruguai (Osorio 1972) e Venezuela (Vainio 1887). No Brasil: BA, DF (Ahti 2000), MG (Vainio 1887), PE (Ahti *et al.* 1993), RJ (Vainio 1887), RS (Fleig 1990), SC (Müller 1891b) e SP (Ahti 2000). Este é o primeiro registro para o PR.

Espécimes examinados selecionados: BRASIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Pico Paraná, 25°15'S e 48°48'O, 1850 m, 06-VII-2011, A. M. Charnei *et al.* 214, 225 (UPCB); Morro Caratuva, 25°24'S e 48°49'O, 1750 m, 08-V-2010, V. Ariati *s. n.* (UPCB); 1850 m, 06-VII-2011, A. M. Charnei *et al.* 165, 188, 190, 198, 202 (UPCB). Bocaiúva do Sul, Serra da Bocaina, 1300 m, 16-I-2001, O. S. Ribas & E. Barbosa 3188 (MBM). Quatro Barras, Serra da Baitaca, Morro Anhangava, 25°23'S e 49°00'O, 1420 m, 14-VII-2011, A. M. Charnei *et al.* 262, 272, 292 (UPCB). Piraquara, Serra Marumbi, Morro do Canal, 1200 m, 08-V-2002, S. Eliasaro



2221, 2222 (UPCB). Guaratuba, Serra do Araçatuba, 1300 m, 9-XI-1994, *C. B. Poliquesi & J. Cordeiro* 257 (MBM); Morro dos Perdidos, 25°53'02"S e 48°57'35"O, 1210 m, 11-IX-1998, *E. P. Santos* 555 (UPCB). SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, Monte Crista, 967 m, 15-V-2010, *E. Gumboski & F. Beilke* 2011 (UPCB). Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S e 48°53'O, 1250 m, 13-VIII-2011, *A. M. Charnei et al.* 304, 308, 312, 317, 350 (UPCB).

***Cladonia megaphylla*** Ahti & Marcelli, Fl. Neotrop., Monogr. 78: 251, 2000. Tipo: BRASIL.

DISTRITO FEDERAL: Reserva Ecológica do IBGE, 1180 m, "na encosta de morro entre o Aceiro Ronca do Oeste e o Córrego Mongolo," 1991, *Marcelli & A. C. Silva* 164 (holótipo, SP; isótipo, H).

#### Figura 5

Talo primário: persistente, parte mais desenvolvida do talo, composto por esquâmulas lobadas, 0,5—2,1 cm de comprimento × 0,4—1,6 cm de largura, sorédios e grânulos ausentes, margem inteira, raramente com inconspícuas rizinas amarronzadas com até 0,5 mm de comprimento; superfície superior corticada, verde oliva a verde amarronzada, lisa, levemente lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca a bege, aracnoide, sem venações; picnídios ausentes. Talo secundário: 2,0—8,0 mm de altura, 0,6—1,2 mm de espessura, cilíndrico, verde oliva a verde amarronzado, simples a pouco ramificado, ramificações somente na metade superior do podécio, geralmente politômicas, axilas fechadas, geralmente com fissuras longitudinais, acifoso, sem base melanótica; superfície corticada, lisa a verrucosa, sorédios e grânulos ausentes, esquâmulas orbiculares com até 1,0 mm de diâmetro, distribuídas aleatoriamente pelo podécio; córtex 20—50 µm de espessura; medula 80—140 µm de espessura; estereoma 150—190 µm, hialino, mal delimitado; canal central liso a levemente estriado; discos himeniais frequentes, apicais, marrons, agrupados, 0,1—0,9 mm de diâmetro; ascósporos elipsóides, 7—9 (—11) × 3—4 µm; conídios frequentes, apicais, marrons a negros, globosos a dolioliformes, mucilagem hialina; conídios falciformes, 6—8 × 1 µm.

Química: Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácido fumarprotocetrárico.

Comentários: *Cladonia megaphylla* é caracterizada pelo talo primário bem desenvolvido, com esquâmulas de até 3,5 cm de comprimento e 1,0 cm de largura e talo secundário regularmente presente, corticado, ramificado, bem como pela produção de ácido fumarprotocetrárico (Ahti 2000).

Embora a presença de rizinas na margem das esquâmulas primárias não tenha sido mencionada no protólogo desta espécie (Ahti & Marcelli 2000), estas foram observadas, tanto no espécime da área de estudo, quanto naqueles provenientes de região de cerrado paranaense. Estas rizinas são raras e inconspícuas, com no máximo 0,5 mm de comprimento, e são o único caráter que difere da descrição original. Devido à presença dessas rizinas, bem como pelas esquâmulas primárias bastante desenvolvidas, poderia ser confundida com *Cladonia ceratophylla* (ver comentários em *C. ceratophylla*).

*Cladonia pityrophylla* se assemelha a *C. megaphylla* pelas esquâmulas primárias como parte dominante do talo e pela produção de ácido fumarprotocetrárico. Contudo, em *C. pityrophylla* as esquâmulas do talo primário são menores, com até 0,6 cm de comprimento, e os podécios são ecorticados, enquanto que em *C. megaphylla* as esquâmulas atingem até 2,1 cm de comprimento e os podécios são corticados.

As esquâmulas primárias de *C. latiloba* são similares em comprimento as de *C. megaphylla* e em ambas as espécies os podécios são corticados e por isso estas podem ser confundidas (Ahti 2000, Gumboski & Eliasaro 2012). Contudo, na primeira, os podécios geralmente são clavados, sem perfurações e é produzida atranorina como composto principal (Ahti 2000, Gumboski & Eliasaro 2012), enquanto que, na segunda, os podécios são cilíndricos, com fissuras laterais e há produção de ácido fumarprotocetrárico.

*Cladonia subcariosa* Nyl. também pode ser confundida com *C. megaphylla* pelas esquâmulas primárias persistentes, bem desenvolvidas e pelos podécios curtos, acifosos, corticados e esorediados. No entanto, são facilmente diferenciadas pelo tamanho das esquâmulas primárias,

sendo que em *C. subcariosa* estas atingem no máximo 1,0 cm de comprimento × 0,5 cm de largura (Ahti 2000) enquanto em *C. megaphylla* medem até 2,1 cm de comprimento × 1,2 cm de largura como no material analisado. Além disso, *C. subcariosa* raramente produz ácido fumarprotocetrárico (Ahti 2000).

Segundo Ahti (2000), *C. megaphylla* ocorre principalmente nos cerrados do Distrito Federal. Esta é a primeira vez que é citada para campos de altitude na Serra do Mar. Na área de estudo é rara, sendo encontrado somente um exemplar que se desenvolvia sobre fina camada de sedimentos sobre rocha exposta a luz solar.

Distribuição: Brasil: DF, MT (Ahti 2000) e PR (Eliasaro *et al.* 2012). Este é o primeiro registro para SC.

Espécimes examinados: BRASIL. SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, 26°03'36"S e 48°56'01"O, 1164 m, 07-V-2011, A. M. Charnei *et al.* 92 (UPCB).

Espécimes adicionais examinados: BRASIL. PARANÁ: Jaguariaiva, Parque Estadual do Cerrado, 27-V-1995, D. J. S. Carrião *s. n.* (UPCB); *ibid.* 08-VII-2003, C. G. Donha *s. n.* (UPCB).

***Cladonia paranaensis*** Charnei & Eliasaro (em fase de submissão à revista The Bryologist). Tipo: BRASIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Morro do Getúlio, 25°14'S e 48°50'O, 1230 m, 06-VII-2011, A. M. Charnei *et al.* 141 (holótipo UPCB!).

Figura 6

Descrição em Charnei & Eliasaro (2013c).

Química: Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácido fumarprotocetrárico.

Comentários: *Cladonia paranaensis* possui esquâmulas primárias persistentes, podécios acifosos, discos himeniais marrons dispostos lateralmente e produz ácido fumarprotocetrárico. Em *Cladonia peziziformis* (With.) J. R. Laundon e *C. solida* os discos himeniais também podem estar dispostos lateralmente e uma discussão detalhada é apresentada em Charnei & Eliasaro (2013c).

*Cladonia paranaensis* foi encontrada somente na localidade tipo, Morro do Getúlio, desenvolvendo-se sobre solo, em local exposto e bem iluminado, isolada de outras espécies de *Cladonia*.

Distribuição: Brasil: PR (Charnei & Eliasaro 2013c).

Espécimes examinados: BRASIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Morro do Getúlio, 25°14'S e 48°50'O, 1230 m, 06-VII-2011, A. M. Charnei et al. 141 (UPCB).

*Cladonia pityrophylla* Nyl., Flora 57: 70, 1874. Tipo: BRASIL. PARÁ: Santarém, foz do rio Tapajós, 1849-1855, Spruce, Lich. Amaz; Anad. 26 (holótipo, H-NYL 38843; isótipos, BM, G, G-DC, PC, TUR-V 19989).

#### Figura 7

Talo primário: persistente, parte mais desenvolvida do talo, composto por esquâmulas lobadas, lobos arredondados, 1,0—6,1 mm de comprimento  $\times$  1,3—5,0 mm de largura, imbricadas, geralmente revolutas, sorédios e grânulos ausentes, margens principalmente lisas a ocasionalmente irregularmente crenadas, sem rizinas; superfície superior corticada, verde acinzentada a verde amarronzada, lisa, lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, esbranquiçada a amarronzada, aracnoide, sem venações; córtex 30—90  $\mu$ m de espessura; medula 100—260  $\mu$ m de espessura; picnídios ausentes. Talo secundário: 1,5—8,0 mm de altura, 0,4—1,5 mm de espessura, esbranquiçado a acinzentado, simples, acifoso, ápices subulados a capitados, sem perfurações, base não melanótica; superfície principalmente ecorticada, corticada somente na base e em pequenas

regiões no podécio, sorédios e grânulos ausentes, esquâmulas orbiculares distribuídas por todo o podécio, com até 0,7 mm de diâmetro; córtex (0—) 15—30 µm de espessura; medula 50—80 µm de espessura; estereoma 60—110 µm de espessura, bem delimitado, hialino; canal central liso; discos himeniais infrequentes, apicais, marrons, imaturos; ascósporos ausentes; picnídios frequentes, apicais, marrom enegrecidos, piriformes, mucilagem hialina; conídios levemente curvados a falciformes,  $5\text{—}6 \times 1\text{ }\mu\text{m}$ .

Química: Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácido fumarprotocetrárico.

Comentários: O talo primário persistente, formado por esquâmulas lobadas, os podécios curtos, acifosos, corticados somente na base, esorediados e com esquâmulas arredondadas caracterizam esta espécie (Vainio 1894).

*Cladonia subcariosa* é relacionada à *C. pityrophylla* pelo talo primário persistente, composto por esquâmulas bem desenvolvidas e podécios curtos e acifosos (Vainio 1894). Todavia, em *C. subcariosa* os podécios que geralmente estão ausentes, quando presentes são completamente corticados (Vainio 1894, Ahti 2000).

Assim como *C. pityrophylla*, *C. megaphylla* possui esquâmulas primárias bem desenvolvidas, lobadas e produz ácido fumarprotocetrárico (ver comentários em *C. megaphylla*).

*Cladonia pityrophylla* ocorre principalmente em regiões de baixa altitude, mas pode ser encontrada em ambientes com até 2500 metros (Ahti 2000). É pouco frequente na área de estudo, ocorrendo principalmente sobre fina camada de sedimentos sobre rocha ou solo, raramente sobre briófitas. Ocorre tanto isoladamente como ao lado de *C. furfuracea* e *C. subradiata*.

Distribuição: América do Sul, na Argentina (Ferraro & Ahti 1987), Brasil (Müller 1881), Guiana (Sipman & Aptroot 1992), Paraguai e Venezuela (Ahti 2000). No Brasil: BA, DF, MG, MT (Ahti 2000), PA (Vainio 1894), PB, PE (Ahti *et al.* 1993), PR, RJ, RR (Ahti 2000), RS (Osorio & Fleig 1988b), SC (Ahti 2000), SE (Ahti *et al.* 1993) e SP (Müller 1881).

Espécimes examinados: BRASIL. PARANÁ: Piraquara, Serra Marumbi, Morro do Canal, 29-V-2002, *S. Eliasaro* 2354 (UPCB); *ibid.* 09-VI-2009, *E. Gumboski* 1530 (UPCB). Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos Perdidos, 25°53'02"S e 48°57'35"O, 1280 m, 31-VIII-2002, *S. Eliasaro* 2386 (UPCB); 1260 m, 15-IV-2011, *A. M. Charnei et al.* 29, 33 (UPCB). SANTA CATARINA: Campo Alegre, Serra do Quiriri, 26°01'35"S e 48°58'57"O, 1300 m, 03-II-2012, *E. Gumboski et al.* 3272 (UPCB); *ibid.* 19-XI-2012, *A. M. Charnei et al.* 595 (UPCB).

***Cladonia quiririensis*** Charnei & Eliasaro (em fase de submissão à revista *The Bryologist*). Tipo: BRASIL. SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, 26°04'56"S, 48°54'37"W, 970 m, 07-V-2011, *A. M. Charnei et al.* 110 (holótipo UPCB!).

Figura 8

Descrição em Charnei & Eliasaro (2013c).

Química: Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácido fumarprotocetrárico associado a traços de ácido fisodálico.

Comentários: De acordo com Charnei & Eliasaro (2013c), esta espécie é caracterizada pelos podécios ramificados com base melanótica, superfície ecorticada com sorédios farinosos e esquâmulas situadas principalmente nas regiões apicais dos podécios e que geralmente originam novos podécios.

Embora coletada nos Estados do Paraná e Santa Catarina, *C. quiririensis* é uma espécie rara que se desenvolve sobre solo, isoladamente de outras espécies de *Cladonia*.

Para mais detalhes, consultar Charnei & Eliasaro (2013c).

Distribuição: Brasil: PR e SC (Charnei & Eliasaro 2013c).

Espécimes examinados: BRASIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra da Graciosa, 24-VIII-1993, *S. Eliasaro 1043* (UPCB). SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, 26°04'56"S e 48°54'37"W, 970 m, 07-V-2011, *A. M. Charnei et al. 107, 110* (UPCB).

*Cladonia signata* (Eschw.) Vain., Meddelan Soc. Fauna Fl. Fenn. 14: 32, 1886. Tipo: BRASIL. AMAZONAS: Rio Cuieiras, 50 Km rio acima, 1974, *Ongley & Ramos P21767* (neótipo designado por Ahti, 1993, INPA; isótipos, DUKE, H, M, NY).

#### Figura 9

Talo primário: ausente. Talo secundário: 1,7—9,5 cm de altura, 0,4—1,3 mm de espessura, cinza esverdeado a cinza esbranquiçado, ramificações apicais geralmente marrons, densamente ramificado, ramificações frequentemente dicotômicas a raramente tricotômicas, anisotômicas, sem eixo principal definido, ápices subulados, acifoso, axilas principalmente fechadas, raramente com perfurações pouco desenvolvidas com até 0,3 mm de diâmetro, sem base melanótica; superfície ecorticada, sorédios, grânulos e esquâmulas ausentes; medula (0—) 20—40 µm de espessura; estereoma 65—120 µm de espessura, hialino, mal delimitado; canal central liso; discos himeniais ausentes; picnídios infrequentes, apicais, marrom enegrecidos, cilíndricos ou dolioliformes, mucilagem hialina; conídios levemente curvados a falciformes, 6—7 × 1 µm .

Química: Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácido fumarprotocetrárico, ocasionalmente associado a traços de atranorina e duas substâncias não identificadas com Rf C aproximados de 50 e 63.

Comentários: *Cladonia signata* é caracterizada pelos podécios densamente ramificados, sem eixo principal diferenciado, com ramificações principalmente dicotômicas, axilas fechadas, superfície ecorticada (Vainio 1887) e pela produção de ácido fumarprotocetrárico (Ahti 2000).

*Cladonia confusa* R. Sant. é a espécie da área de estudo que mais se assemelha a *C. signata* por possuir podécios ecorticados, densamente ramificados e sem eixo principal definido. Todavia,

enquanto em *C. confusa* as ramificações são principalmente tricotômicas e as axilas são perfuradas, em *C. signata* as ramificações são dicotômicas e as axilas são principalmente fechadas. Além disso, *C. confusa* produz ácido perlatólico e úsnico, ao passo que *C. signata* produz ácido fumarprotocetrárico como composto principal (Ahti 2000).

Outra espécie similar a *C. signata* é *C. kalbii* Ahti, uma vez que em ambas os podécios são ecorticados, densamente ramificados, com ramificações principalmente dicotômicas e axilas imperfuradas. Contudo, *C. kalbii* difere pela mucilagem picnidial vermelha e pelo eixo principal definido.

*Cladonia signata* é comum na área de estudo, desenvolvendo-se tanto em ambientes expostos a luz solar como em locais sombreados. Foi encontrada isoladamente, formando pequenos aglomerados de aproximadamente 10 × 10 cm e juntamente com espécimes de *C. confusa*, *C. crispatula* (Nyl.) Ahti, *C. furcata* e *Cladia aggregata* (Sw.) Nyl.

Distribuição: Ásia (Ahti 2000) e América do Sul (Vainio 1887), na Bolívia (Ahti 2000), Brasil (Vainio 1887), Colômbia, Equador, (Ahti 2000), Guiana (Sipman 1990), Peru, Suriname (Ahti 2000) e Venezuela (Vareschi 1973). No Brasil: AM, BA (Ahti 2000), MG (Vainio 1887), PA, PR, RJ, SC e SP (Ahti 2000).

Espécimes examinados selecionados: BRASIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Pico Paraná, 25°15'S e 48°48'O, 1880 m, 06-VII-2011, *A. M. Charnei et al.* 222 (UPCB); Morro Caratuva, 25°24'S e 48°49'O, 1850 m, 06-VII-2011, *A. M. Charnei et al.* 162, 170, 197 (UPCB); Serra Virgem Maria, 1420 m, 31-I-2004, *C. G. Donha s. n.* (UPCB). Morretes, Serra da Graciosa, 31-VIII-2000, *I. Laufer 08* (UPCB). SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, Monte Crista, 26°04'56"S e 48°54'37"O, 970 m, 15-V-2010, *E. Gumboski & F. Beilke 1958, 1884* (UPCB). Joinville, Serra Dona Francisca, Castelo dos Bugres, 26°13'41"S e 49°3'33"O, 998 m, 07-I-2011, *E. Gumboski & F. Beilke 2215, 2219, 2220, 2255* (UPCB). Santo Amaro da Imperatriz,



Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S e 48°53'O, 1250 m, 13-VIII-2011, A. M. Charnei et al. 332, 365, 368, 396 (UPCB).

*Cladonia solida* Vain., Acta Soc. Fauna Fl. Fenn. 7(1): 246, 1890. Tipo: BRASIL. MINAS

GERAIS: Antônio Carlos (Sítio), 1885, *Vainio s.n.* (lectótipo, designado por Ahti, 1993, TUR-V 17216).

#### Figura 10

Talo primário: evanescente, composto por esparsas esquâmulas lobadas, pouco recortadas, 0,3—3,0 mm de comprimento × 0,4—1,5 mm de largura, sorédios e grânulos ausentes, margens lisas, sem rizinas; superfície superior corticada, esverdeada, lisa a levemente rugosa, pouco lustrosa, sem pruína; superfície inferior ecorticada, branca, aracnoide, sem venações; córtex (10—) 20—50 µm de espessura, medula 60—340 µm de espessura; picnídios ausentes. Talo secundário: 0,9—3,0 cm de altura, 0,5—1,0 mm de espessura, esverdeados a verde acinzentados, moderadamente ramificados, ramificações dicotômicas, anisotômicas, principalmente na metade superior, ápices subulados, acifosos, base não melanótica, perfurações ausentes; superfície corticada, verrucosa, sorédios e grânulos ausentes, esquâmulas frequentes na metade inferior, lobadas, ascendentes, com até 1,0 mm de comprimento; córtex 10—30 µm de espessura, medula 50—100 µm de espessura, estereoma 500—900 µm de espessura, hialino; podécios frequentemente completamente sólidos, canal central geralmente ausente, presente somente na base dos podécios; discos himeniais comuns, apicais marrons; ascósporos oblongos, 10—14 × 3—4 µm; picnídios comuns, apicais, marrons claros a escuros, ovoides, mucilagem hialina; conídios falciformes, 7—9 × 1—2 µm.

Química: Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácido fumarprotocetrárico.

Comentários: De acordo com Vainio (1894) *C. solida* é caracterizada pelo podécio sólido, corticado e com ramificações dicotômicas presentes na metade superior.

Embora podécios de *C. cartilaginea* possam ser sólidos na base e/ou até cerca de 1/3 do podécio, em *C. solida* os podécios são completamente sólidos, raramente com regiões ocas somente na base. Além disso, são diferenciadas por outros caracteres morfológicos (ver discussão em *C. cartilaginea*).

*Cladonia solida* ocorre desde o nível o mar até 1200 metros de altitude (Ahti 2000). Rara na área de estudo, sendo encontrado somente um espécime na Serra do Quiriri, onde formava um pequeno agregado de podécios sobre barranco na beira da trilha, isolado das demais espécies de Cladoniaceae.

Distribuição: Oceania (Martin 1958) e América do Sul, no Brasil (Vainio 1887), Paraguai (Ahti 2000) e Venezuela (Lopez-Figueiras 1986). Brasil: MG (Vainio 1887), PR, RJ (Ahti 2000), RS (Fleig *et al.* 1995), SC (Müller 1981b, como *C. uleana* Müll. Arg.) e SP (Ahti 2000).

Espécime examinado: BRASIL. SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, 931 m, 26°04'40"S e 48°55'57"O, 07-V-2011, A. M. Charnei *et al.* 111 (UPCB).

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem aos biólogos Alice Gerlach, Emerson Gumboski, Flávio Beilke, Vanessa Ariati e Vitor de Freitas Batista pelo auxílio nas coletas. À Manuela Dal-Forno (George Mason University, Fairfax/EUA) pela análise molecular. Aos curadores dos herbários ICN e MBM pelo empréstimo dos espécimes solicitados. Aos órgãos ambientais estaduais FATMA (Fundação do Meio Ambiente) e IAP (Instituto Ambiental do Paraná) pelas licenças de coleta concedidas. À CAPES (Coordenadoria de Aperfeiçoamento Pessoal do Ensino Superior) pela concessão de bolsa de Mestrado para a primeira autora.

## Literatura citada

- Ahti, T.** 2000. Flora Neotropica 78: 1-362.
- Ahti, T. & Kashiwadani, H.** 1984. The lichen genera *Cladia*, *Cladina* and *Cladonia* in Southern Chile. Pp. 125-151. *In*: H. INOUE (ed.): Studies on cryptogams in Southern Chile. Tokyo. Kenseisha Ltd.
- Ahti, T.; Stenroos, S. & Xavier Filho, L.** 1993. The lichen family Cladoniaceae in Paraíba, Pernambuco and Sergipe, Northeast Brazil. Tropical Bryology 7: 55-70.
- Ahti, T. & Hammer, S.** 2002. *Cladonia*. *In*: Nash III, T. H.; Ryan, B. D.; Gries, C.; Bungartz, F. Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region. Vol 1. Arizona State University, p. 131-158.
- Ahti, T.; Dixit, P. K.; Singh, K. P. & Sinha, G. P.** 2002. *Cladonia singhii* and other new reports of *Cladonia* from the Eastern Himalayan Region of India. Lichenologist 34(4): 305-310.
- Archer, A. W.** 1992. Cladoniaceae. *In*: Flora of Australia, v. 54, Lichens – Introduction, Lecanorales 1. Australian Publishing Service, Canberra, p. 107-143.
- Archer, A. W. & Bartlett, J. K.** 1986. New species and distributions of the lichen genus *Cladonia* in New Zealand together with a revised key. New Zealand Journal of Botany, 4: 581-587.
- Brodo, I. M.; Sharnoff, S. D. & Sharnoff, S.** 2001. Lichens of North America, New Haven and London, Yale University Press. 795 pp.
- Burgaz, A. R. & Ahti, T.** 2009. Cladoniaceae. Flora Liquenológica Ibérica. Vol. 4. Sociedad Española de Liquenología (SEL), Madrid. 111 pp.
- Calvelo, S. & Liberatore, S.** 2002. Catálogo de los líquenes de la Argentina (Checklist of Argentinean Lichens). Kurtziana 29 (2): 7-170.
- Charnei, A. M. & Eliasaro, S.** 2013a. Verticillate *Cladonia* species (Lichenized Ascomycota) from high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil. Hoehnea 40 (1): 87-97.

- Charnei, A. M. & Eliasaro, S.** 2013b. Espécies de *Cladonia* com cifas não verticiladas do Supergrupo *Cladonia* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. Em preparação.
- Charnei, A. M. & Eliasaro, S.** 2013c. Four new species of *Cladonia* (Cladoniaceae, Ascomycota) of Southern Brazil. *The Bryologist*. Submetido.
- Crombie, J. M.** 1883. Enumeration of the British *Cladonie*. *Grevillea* 11: 111-115.
- Culberson, C. F. & Ammann, K.** 1979. Standard method zur Dünnschicht chromatographie von Flechtensubstanzen. *Herzogia* 5: 1-24.
- Eliasaro, S.; Gerlach, A. C. L. & Gumboski, E. L.** 2012. Novos registros de fungos liquenizados para o Estado do Paraná, Brasil. *Biociências* 10 (4): 507-512.
- Elix, J. A. & Ernst-Russell, K.D.** 1993. A Catalogue of Standardized Thin Layer Chromatographic Data and Biosynthetic Relationships for Lichen Substances. 2<sup>nd</sup> Ed. Australian National University Canberra.
- Ferraro, L. I. & Ahti, T.** 1987. Contribución al conocimiento del género *Cladonia* (Cladoniaceae – Liqueens) de Argentina y regiones limítrofes. *Bonplandia* 6 (1): 57-69.
- Fleig, M.** 1990. Líquens saxícolas, corticícolas e terrícolas do Morro Santana, Rio Grande do Sul.II. Espécies e novas ocorrências. *Pesquisas Botânicas* 41: 33-50.
- Fleig, M.; Ahti, T. & Stenroos, S.** 1995. A família Cladoniaceae (liquens) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Napaea* 11: 1-29.
- Gumboski, E. L. & Eliasaro, S.** 2011a. *Cladonia litoralis* (Cladoniaceae), a new species from southern Brazil. *The Bryologist* 114 (4): 665–667.
- Gumboski, E. L. & Eliasaro, S.** 2011b. Checklist of lichenized fungi of Santa Catarina State (Brazil). *Mycotaxon* 115: 535.
- Gumboski, E. L. & Eliasaro, S.** 2012. Espécies de *Cladonia* P. Browne (Cladoniaceae, Ascomycota) do Supergrupo *Cladonia* em restingas e costões rochosos dos Estados do Paraná e de Santa Catarina, Brasil. *Hoehnea* 39 (2): 315-337.

- Krempelhuber, A. von.** 1876. Lichenes brasiliensis collecti a D. A. Glaziou in provincia brasiliensi Rio de Janeiro. Flora 59: 56-63.
- Lopez-Figueiras, M.** 1986. Censo de macroliques Venezolanos de los Estados Falcon, Lara, Merida, Tachira y Trujillo. Universidad de Los Andes. Merida.
- Martin, W.** 1958. The Cladoniae of New Zealand. Transactions of the Royal Society of New Zealand 85 (4): 603-632.
- Merrill, G. K.** 1909. Lichen notes no. 7. *Cladonia multiformis* (nom. nov.) Bry. 6: 1908. The Bryologist 12 (1): 1-5.
- Müller, J.** 1880. Lichenologische Beiträge. Flora 63: 259- 268.
- Müller, J.** 1881. Lichenologische Beiträge. Flora 64: 81-88.
- Müller, J.** 1891a. Lichenes Catharinenses a cl. E. Ule in Brasilia prov. Santa Catharina lecti. Hedwigia 30: 235-243.
- Müller, J.** 1891b. Lichenes Schenckiane a cl. Dr. H. Schenck, Bonnensi, in Brasiliae orientalis prov. Santa Catharina, Paraná, Rio de Janeiro, Minas Geraes et Pernambuco lecti. Hedwigia 30: 219-234.
- Müller, J.** 1882. Lichenologische Beiträge. Flora 65 (19): 291-316.
- Osorio, H. S.** 1972. Contribution to the lichen flora of Uruguay. VII. A preliminary catalogue. Comunicaciones Botánicas Del Museo de Historia Natural de Montevideo 4 (56): 1-46.
- Osorio, H. S. & Fleig, M.** 1988a. Contribution to the lichen flora of Brazil. XX. Additional records from São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul State. Comunicaciones Botánicas Del Museo de Historia Natural de Montevideo 5 (85): 1-7.
- Osorio, H. S. & Fleig, M.** 1988b. Contribution to the lichen flora of Brazil. XXI. Lichens from Morro Santana, Rio Grande do Sul State. Comunicaciones Botánicas Del Museo de Historia Natural de Montevideo 5 (86): 103.
- Sipman, H. J. M.** 1990. Lichenotheca Latinoamericana a Museo Botanico Berolinensi edita, fasciculum primum. Willdenowia 19: 543-551.

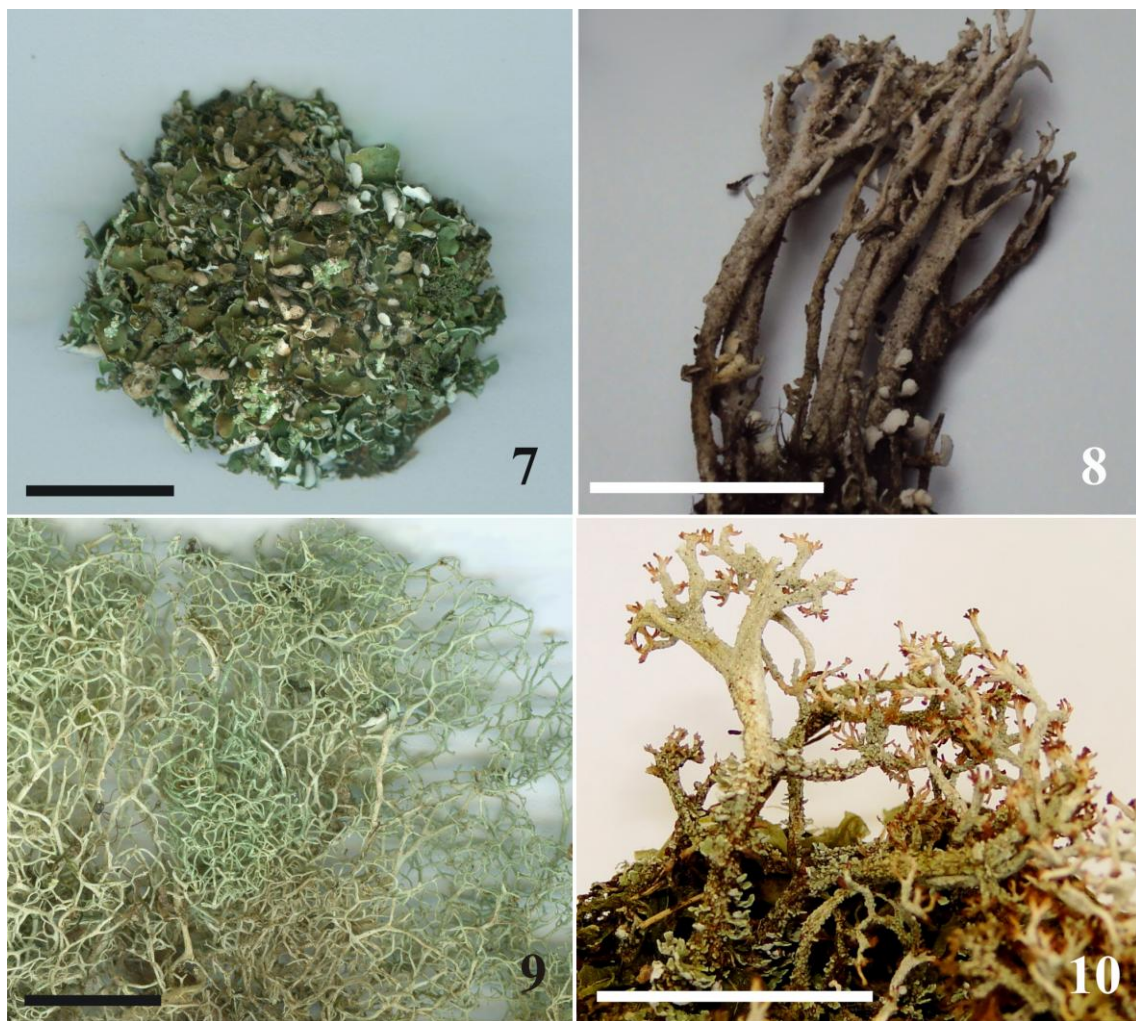
- Sipman, H. J. M. & Aptroot, A.** 1992. Results of a botanical expedition to Mount Roraima, Guyana. II. Lichens. *Tropical Bryology* 5: 79-108.
- Stenroos, S.** 1988: The family Cladoniaceae in Melanesia. 3. *Cladonia* sections *Helopodium*, *Perviae* and *Cladonia*. *Annales Botanici Fennici* 25:117-148.
- Stenroos, S. & T. Ahti.** 1992. The lichen family Cladoniaceae in the Falkland Islands. *Annales Botanici Fennici* 29: 67-73.
- Stenroos, S., Hyvonen, J., Myllys, L., Thell, A. & Ahti, T.** 2002. Phylogeny of the genus *Cladonia* s.lat. (Cladoniaceae, Ascomycetes) inferred from molecular, morphological, and chemical data. *Cladistics* 18: 237–278.
- Taylor, C. J.** 1967. The lichens of Ohio. Part I. Foliose lichens. The Ohio Biological Survey. The Ohio State University Press, Columbia.
- Taylor, C. J.** 1968. The lichens of Ohio. Part II. Fruticose lichens. The Ohio Biological Survey, The Ohio State University Press, Columbia.
- Vainio, E.** 1887. *Monographia Cladoniarum universalis*. I. *Acta Societatis pro Flora et Fauna Fennica*, v. 4. 509 pp.
- Vainio, E.** 1894. *Monographia Cladoniarum universalis*. II. *Acta Societatis pro Flora et Fauna Fennica*, v. 10. 498 pp.
- Vareschi, V.** 1973. Resultados liquenológicos de excursiones efectuadas en Venezuela. No. 3. Catalogo de los líquenes de Venezuela. *Acta Botanica Venezuelica* 8: 177 - 245.
- Wang, X. Y.; Hur, H.; Lee, Y. M.; Bae, F.; Koh, Y. J. & Hur, J.S.** 2008. *Cladonia peziziformis* (Lichenized Ascomycota, Cladoniaceae) New to Korea. *Mycobiology* 36 (3):193-194.



Figuras 1-6: 1- *Cladonia cartilaginea* (A. M. Charnei et al. 310). 2- *C. ceratophylla*. (F. Beilke & E. L. Gumboski 2229). 3- *C. corniculata* (S. Eliasaro 2225). 4- *C. furcata* (A. M. Charnei et al.198). 5- *C. megaphylla* (A. M. Charnei et al. 92). 6- *Cladonia paranaensis* (A. M. Charnei et al. 141).

Escala = 1 cm.





Figuras 7-10: 7- *Cladonia pityrophylla* (E. Gumboski et al. 3272). 8- *C. quiririensis* (A. M. Charnei et al. 107). 9- *C. signata* (A. M. Charnei et al. 170). 10- *C. solida* (A. M. Charnei et al. 111). Escala = 1 cm.



Capítulo 06, a ser submetido à revista *Hoehnea*.

**Espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Perviae* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil**

Ana Marcia Charnei<sup>1,2</sup> & Sionara Eliasaro<sup>1</sup>

**Título resumido: *Cladonia* do Supergrupo *Perviae* da Serra do Mar no Sul do Brasil**

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná, Departamento de Botânica, Laboratório de Liquenologia, 81531-970, Curitiba, PR, Brasil. Caixa Postal 19031.

<sup>2</sup>Autor para correspondência: [acharnei@yahoo.com.br](mailto:acharnei@yahoo.com.br)

**RESUMO** - (Espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Perviae* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil). Em um levantamento das espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Perviae* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil foram encontradas seis espécies. *Cladonia carassensis* é novo registro para a Região Sul do Brasil e *C. palmicola* para o Estado do Paraná. São fornecidas chave de identificação, descrições detalhadas, comentários e ilustrações.

Palavras-chave: Fungos liquenizados, Paraná, Santa Catarina, taxonomia.

**ABSTRACT** - (*Cladonia* species of the *Perviae* Supergroup from high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil). In a survey of the *Cladonia* species pertaining to the Supergroup *Perviae* occurring in high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil, six species were found. *Cladonia carassensis* is new record to Southern Brazil and *C. palmicola* to the state of Paraná. The detailed descriptions, an identification key, illustrations and commentaries are provided.

Key words: Lichenized fungi, Paraná, Santa Catarina, taxonomy.

## Introdução

A partir de análises utilizando caracteres morfológicos, químicos e moleculares, Stenroos *et al.* (2002) propuseram quatro Supergrupos para o gênero *Cladonia* P. Browne: *Cladonia*, *Perviae*, *Cocciferae* e *Crustaceae*. O Supergrupo *Perviae* inclui basicamente as espécies da seção *Perviae sensu* Ahti (2000) e é caracterizado pelos podécios com axilas perfuradas, apotécios marrons e pela produção de  $\beta$ -orcinol depsídios (Stenroos *et al.* 2002, Burgaz & Ahti 2009).

Embora as espécies deste Supergrupo sejam comuns e abundantes acima de 900 metros de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil, geralmente formado aglomerados que podem atingir alguns metros de extensão, ainda são pouco conhecidas nestes locais. Das dez espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Perviae* conhecidas no Sul do Brasil (Fleig *et al.* 1995, Ahti 2000, Gumboski & Eliasaro 2011, Gumboski & Eliasaro 2012, Eliasaro *et al.* 2012, Charnei & Eliasaro 2013b), somente *C. crispatula* (Nyl.) Ahti e *C. maackii* Charnei & Eliasaro são registradas para este ambiente no Paraná e não há qualquer registro para a Serra do Mar catarinense.

## Materiais e Métodos

A área de estudo, bem como seus dados geográficos e climáticos são descritos em Charnei & Eliasaro (2013a). Em laboratório, os materiais após serem secos em temperatura ambiente ou em estufa a baixa temperatura, foram herborizados e incorporados ao Herbário UPCB da Universidade Federal do Paraná. Também foram estudados espécimes do herbário MBM.

As análises morfológicas foram realizadas sob microscópio estereoscópico (20-50 $\times$ ) e para as análises anatômicas, cortes feitos à mão livre, foram observados sob microscópio óptico (400-1000 $\times$ ), ambos com ocular com retículo graduado. Para a identificação de metabólitos secundários de importância taxonômica foram utilizados: testes de coloração de córtex e medula, observação do talo sob lâmpada UV (Taylor 1967, 1968) e cromatografia em camada delgada (CCD) seguindo Culberson & Ammann (1979) e Elix & Ernst-Russell (1993).

## Resultados e Discussão

Foram encontradas seis espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Perviae* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil: *Cladonia carassensis* Vain., *C. crispatula*, *C. palmicola* Ahti & Fleig, *C. polystomata* Ahti & Sipman, *C. squamosa* Hoffm. e *C. maackii*.

*Cladonia carassensis* que era conhecida no Brasil somente no Estado de Minas Gerais (Vainio 1887, Ahti 2000) teve sua distribuição expandida para a região Sul do Brasil. *Cladonia palmicola*, uma espécie conhecida anteriormente no Uruguai (Ahti 2000) e no Brasil no Rio Grande do (Fleig *et al.* 1995) e Santa Catarina (Gumboski & Eliasaro 2012), foi encontrada no Paraná.

*Cladonia crispatula* é a espécie mais comum nestes ambientes, ocorrendo em todos os locais estudados onde geralmente forma extensos aglomerados, enquanto *C. maackii* foi observada em apenas uma localidade.

### Chave artificial para espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Perviae* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil

#### 1. Superfície do podécio granulosa

2. Podécios esbranquiçados; superfície densamente granulosa, esquâmulas esparsas localizadas na base do podécio ..... *C. palmicola*

2. Podécios amarronzados; superfície com grânulos esparsos, esquâmulas abundantes distribuídas por todo o podécio ..... *C. squamosa*

#### 1. Superfície do podécio sem grânulos

3. Superfície totalmente ecorticada ..... *C. maackii*

#### 3. Superfície corticada ao menos em parte

4. Podécios com base melanótica ..... *C. carassensis*

4. Podécios sem base melanótica

5. Podécios pouco ramificados, perfurações dilatadas formando funis

..... *C. polystomata*

5. Podécios muito ramificados, sem formação de funis

..... *C. crispatula*

*Cladonia carassensis* Vain., Acta Soc. Fauna Fl. Fenn 4: 313 (1887). Tipo: BRASIL. MINAS

GERAIS: Caraça, 1885, *Vainio s. n.* (lectótipo designado por Ahti, 1993, TUR-V 15167;

isolectótipos FH, G, REN-Abbeyes, US).

#### Figura 1

Talo primário: ausente. Talo secundário: 5,0—14,0 cm de altura, 0,5—3,0 mm de espessura, rígido, branco acinzentado, base necrótica melanótica bem evidente, ocasionalmente chegando a atingir mais da metade do podécio, acifoso, eixo principal definido, ramificações principalmente dicotômicas, raramente tri a tetracotômicas, anisotômicas, axilas dilatadas, com 2,0—6,0 mm de diâmetro; superfície do podécio lisa a rugosa, corticada, córtex descontínuo, sorédios e grânulos ausentes, esquâmulas esparsas, lobadas a crenadas, com até 1,0 mm de comprimento; córtex (0—) 10—20 µm de espessura; medula 100—320 µm de espessura; estereoma 40—150 µm de espessura, mal delimitado; canal central papilado; discos himeniais apicais, marrons, 0,2—0,5 µm de diâmetro; ascósporos fusiformes, 6—11 × 2—3 µm; picnídios frequentes, apicais, cilíndricos, marrons escuros, mucilagem ausente; conídios falciformes, 5—6 × 1 µm.

Química: Testes de coloração: K+ amarelo vivo, C-, KC-, UV-. CCD: ácido tamnólico associado a traços de ácidos decarboxitamnólico e barbático.

Comentários: Podécios esorediados, com base melanótica e axilas cifosas perfuradas (Vainio 1887), somados a produção de ácido tamnólico caracterizam *C. carassensis* (Ahti 2000).

*Cladonia salzmanii* Nyl. compartilha a maioria das características de *C. carassensis*, mas o podécio é mais ramificado e geralmente produz somente ácido barbático como composto principal, além de ser endêmica da região Nordeste do Brasil (Ahti *et al.* 1993, Ahti 2000).

*Cladonia crispatula* também se assemelha a *C. carassensis* pelo eixo principal definido, perfurações axilares e por produzir ácido tamnólico. Contudo *C. carassensis* é facilmente diferenciada pela base melanótica, ausente em *C. crispatula*.

De acordo com Ahti (2000), *C. carassensis* ocorre em ambientes com 1000 a 1750 metros de altitude. Na área de estudo permaneceu restrita a dois pontos de coleta adjacentes em Santa Catarina, onde todos os espécimes se desenvolviam sobre solo com rica camada de vegetais em decomposição.

Distribuição: Oceania (Martin 1958) e América do Sul, no Brasil (Vainio 1887), Guiana (Sipman & Aptroot 1992) e Venezuela (Vareschi 1973). No Brasil: MG (Vainio 1887). Esta é a primeira citação para o Sul do Brasil.

Espécimes selecionados examinados: BRASIL. SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, Monte Crista, 26°04'56"S e 48°54'37"O, 970 m, 15-V-2010, *E. Gumboski & F. Beilke* 1950, 1954, 1979 (UPCB). Joinville, Serra Dona Francisca, Castelo dos Bugres, 26°13'41"S e 49°03'33"O, 998 m, 07-I-2011, *E. Gumboski & F. Beilke* 2262, 2263 (UPCB).

***Cladonia crispatula*** (Nyl.) Ahti, Lichenologist 9: 14 (1977). Tipo: BRASIL. RIO DE JANEIRO: Serra dos Órgãos, 1867, *Glaziou* 1869 (lectótipo designado por Ahti, 1961, H-NYL 37627; isoelectótipos BM, H, M, PC, SP, UPS).

## Figura 2

Talo primário: evanescente, composto por esquâmulas laciniadas, recortadas, 0,6—3,0 mm de comprimento × 0,4—0,6 mm de largura, sorédios e grânulos ausentes, margens crenadas, sem

rizinas; superfície superior corticada, esverdeada a verde esbranquiçada, lisa, opaca a levemente lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca, algumas vezes tornando-se amarronzadas na base, aracnoide, sem venações; córtex 20—30  $\mu\text{m}$  de espessura; medula 80—150  $\mu\text{m}$  de espessura, picnídios ausentes. Talo secundário: (2,3—) 8,0—17,0 (—25,0) cm de altura, 0,4—1,6 mm de espessura, branco acinzentado, densamente ramificado, eixo principal definido, ramificações dicotômicas a tricotômicas, raramente tetracotômicas, anisotômicas, axilas perfuradas, perfurações com até 1,0 mm de diâmetro, acifoso, sem base melanótica, algumas vezes com manchas róseas que se distribuem aleatoriamente pelo podécio; superfície frequentemente lisa a ocasionalmente rugosa na região basal, corticada areolada, sorédios e grânulos ausentes, esquâmulas principalmente ausentes, presentes principalmente em talos menos desenvolvidos, laciniadas, com até 2,0 mm de comprimento; córtex 5—35  $\mu\text{m}$  de espessura; medula 50—150  $\mu\text{m}$  de espessura; estereoma 80—120  $\mu\text{m}$  de espessura, hialino, mal delimitado; canal central papilado; discos himeniais frequentes, com até 0,6 mm de diâmetro, apicais, marrons; ascósporos fusiformes, 11—12  $\times$  4  $\mu\text{m}$ ; picnídios frequentes, apicais, cilíndricos, marrons enegrecidos, mucilagem ausente; conídios levemente curvados a falciformes, 6—7  $\times$  1  $\mu\text{m}$ .

Química: Testes de coloração: K+ amarelo vivo, C-, KC-, UV-. CCD: ácido tamnólico associado a traços de ácidos decarboxitamnólico e barbático.

Comentários: *Cladonia crispatula* é caracterizada pelos podécios ramificados, com eixo principal bem definido, superfície corticada, lisa a levemente rugosa, sem sorédios e grânulos e pela produção de ácido tamnólico (Ahti 1977, 2000).

*Cladonia rugicaulis* Ahti difere de *C. crispatula* pelos podécios mais robustos, com até 4,0 mm de espessura, e superfície verrucosa, principalmente próximo a base (Ahti 2000), enquanto que em *C. crispatula* os podécios são mais delgados, com até 1,6 mm de espessura, e a superfície é lisa a levemente rugosa.

*Cladonia turgidior* Ahti também possui podécios ramificados com eixo principal definido, axilas perfuradas, superfície corticada, principalmente lisa e produz ácido tamnólico. Todavia, *C. turgidior* é menor, com até cinco centímetros de altura, menos ramificada e com perfurações das axilas dilatadas (Ahti 1977, 2000).

*Cladonia crispatula* assemelha-se a *C. carassensis* (ver comentários em *C. carassensis*).

Outra espécie bastante próxima é *C. salzmanii*, no entanto esta possui base melanótica, funis axilares e produz ácido barbático como composto principal. Além disso, é endêmica da região Nordeste do Brasil (Ahti *et al.* 1993, Ahti 2000).

*Cladonia crispatula* ocorre desde o nível do mar até 2200 metros de altitude (Ahti 2000). É uma das espécies mais abundantes em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil, principalmente em áreas bem iluminadas. É comum a formação de aglomerados extensos, tanto isoladamente, quanto entremeada com outras espécies de Cladoniaceae como *C. confusa*, *C. furcata* (Huds.) Schrad. e *Cladia aggregata* (Sw.) Nyl.

Distribuição: América do Sul: Brasil (Nylander 1869, como *Cladina rangiferina* var. *crispatula* Nyl.), Paraguai, Uruguai (Ahti 2000) e Venezuela (Lopez-Figueiras, 1986), No Brasil: BA, ES (Ahti 2000), MG (Vainio 1887, como *Cladonia gorgonina* var. *subrangiferina* f. *nutans* Vain.), PR (Ahti 2000), RJ (Nylander 1869, como *Cladina rangiferina* var. *crispatula*), RS (Osorio & Fleig 1986), SC (Müller 1891, como *Cladonia gorgonina* (Bory) Vain.) e SP (Marcelli 1990).

Espécimes selecionados examinados: BRASIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Capivari, 1100 m, 26-IV-1991, J. M. Silva & E. M. C. Leme 1011 (MBM); Serra do Capivari Grande, 1600 m, 20-IX-1970, N. Imaguire 458 (MBM); Serra do Ibitiraquire, Morro Camapuã, 1500 m, 14-IV-2010, V. Ariati 411 (UPCB); Morro Tucum, 1736 m, 16-V-2006, E. Barbosa & E. Marinero 1412 (MBM); Pico Paraná, 25°15'S e 48°48'O, 1800 m, 06-VII-2011, A. M. Charnei *et al.* 210, 226 (UPCB); Morro Caratuva, 25°24'S e 48°49'O, 1850 m, 06-VII-2011, A. M. Charnei *et*



*al. 156, 176* (UPCB); Morro do Getúlio, 25°14'S e 48°50'O, 1230 m, 06-VII-2011, *A. M. Charnei et al. 126, 127* (UPCB). Quatro Barras, Serra da Baitaca, Morro Anhangava, 25°23'S e 49°00'O, 1420 m, 14-VII-2011, *A. M. Charnei et al. 270, 277* (UPCB); Morro Mãe Catira, 1100 m, 10-VII-1991, *O. S. Ribas & C. B. Poliquesi 345* (MBM). Piraquara, Serra Marumbi, Morro do Bruninho, 25°23'03"S e 49°00'16"O, 1230 m, 04-XI-2011, *A. M. Charnei 476, 479* (UPCB); Morro do Canal, 29-V-2011, *S. Eliasaro 2359* (UPCB). Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos Perdidos, 25°53'02"S e 48°57'35"O, 1260 m, 15-IV-2011, *A. M. Charnei et al. 30, 78* (UPCB). SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, 26°03'36"S e 48°56'01"O, 1164 m, 07-V-2011, *A. M. Charnei et al. 90* (UPCB); Monte Crista 26°04'56"S e 48°54'37"O, 970 m, 07-V-2011, *A. M. Charnei et al. 104* (UPCB). Campo Alegre, Serra do Quiriri, 26°00'52"S e 49°00'39"O, 900 m, 26-XII-2011, *E. Gumboski & F. Beilke 3231, 3256* (UPCB). Joinville, Serra Dona Francisca, Castelo dos Bugres, 26°13'S e 49°03'O, 998 m, 12-VIII-2011, *A. M. Charnei et al. 412, 416* (UPCB); Serra Queimada, 26°07'14"S e 49°02'46"O, 1240 m, 04-IX-2011, *A. M. Charnei & F. Beilke 432* (UPCB). Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S e 48°53'O, 1250 m, 13-VIII-2011, *A. M. Charnei et al. 384, 394, 401* (UPCB).

***Cladonia maackii*** Charnei & Eliasaro (em fase de submissão à revista *The Bryologist*). Tipo: BRASIL. PARANÁ: Serra do Ibitiraquire, Campina Grande do Sul, Pico Paraná, 25°15'S 48°48'W, 1880 m, 06-VII-2011, *A. M. Charnei et al. 223* (holótipo UPCB!).

Figura 3

Descrição em Charnei & Eliasaro (2013b).

Química: Testes de coloração: K+ amarelo, C-, KC-, UV-. CCD: ácido tamnólico.

Comentários: Podécios completamente ecorticados e esquamulosos, com axilas fechadas e base fortemente melanótica, que ocasionalmete chegam a atingir a metade dos podécios, juntamente com

a produção de ácido tamnólico são as principais características para diferenciação desta espécie (Charnei & Eliasaro 2013b).

*Cladonia squamosa*, *C. polytypa* Vain. e *C. furfuraceoides* Ahti & Sipman são as espécies mais próximas a *C. maackii* e as mesmas são discutidas em Charnei & Eliasaro (2013b).

*Cladonia maackii* se desenvolve sobre solo e entre musgos ou vegetais em decomposição principalmente isolada de outras espécies de Cladoniaceae.

Distribuição: Brasil: PR (Charnei & Eliasaro 2013b).

Espécimes examinados: BRASIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Pico Paraná, 25°15'S e 48°48'O, 1800 m, 06-VII-2011, A. M. Charnei et al. 212, 219, 223 (UPCB); Morro Caratuva, 25°24'S e 48°49'O, 1850 m, 06-VII-2011, A. M. Charnei et al. 195 (UPCB); *ibid.* A. Gerlach 687b (UPCB); Serra Virgem Maria, 1300 m, 31-I-2004, C. G. Donha 1749 (UPCB).

***Cladonia palmicola*** Ahti & Fleig, *Napaea* 11: 16 (1995). Tipo: BRASIL. RIO GRANDE DO SUL: Viamão, 1989, Ahti et al. 28 (holótipo, ICN 71358; isótipos, H, NY).

#### Figura 4

Talo primário: persistente a evanescente, composto por esquâmulas laciniadas, recortadas, 0,3—1,5 mm de comprimento × 0,2—0,4 mm de largura, sorédios e grânulos ausentes, margens crenadas, sem rizinas; superfície superior corticada, cinza esbranquiçada, lisa, levemente lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca, aracnoide, sem venações; córtex 40—100 µm de espessura; medula 60—220 µm de espessura; picnídios ausentes. Talo secundário: 0,7—3,2 cm de altura, 0,4—1,3 mm de espessura, branco acinzentado, pouco ramificado, ramificações dicotômicas, anisotômicas, localizadas principalmente na metade superior do podécio, perfurações geralmente presentes, dilatadas formando funis com até 0,4 mm de diâmetro, às vezes difíceis de ser observadas devido à grande quantidade de grânulos que recobrem o podécio, acifoso, sem base melanótica;

superfície ecorticada, sorédios ausentes, grânulos diminutos abundantes, dispersos por todo o podécio, esquâmulas laciniadas esparsas, localizadas principalmente na metade inferior do podécio, com até 3,0 de comprimento; medula 0—25 µm de espessura; estereoma 70—130 µm de espessura, mal delimitado, amarelado; canal central sulcado e levemente papilado; discos himeniais ausentes; picnídios infrequentes, apicais, marrom a marrom enegrecidos, cilíndricos, mucilagem e conídios ausentes.

Química: Testes de coloração: K+ amarelo vivo, C-, KC-, UV-. CCD: ácido tamnólico associado a traços de ácidos decarboxitamnólico e barbático e duas substâncias não identificadas com Rf C aproximado de 48 e 80.

Comentários: *Cladonia palmicola* é caracterizada pelos podécios com axilas perfuradas, ecorticados, granulados e esquamulosos, frequentemente ramificados dicotomicamente e pela produção de ácido tamnólico (Fleig *et al.* 1995, Gumboski & Eliasaro 2012).

Fleig *et al.* (1995) descrevem as perfurações como pequenos cifos distais, enquanto que Ahti (2000) relata a inexistência de perfurações. Gumboski & Eliasaro (2012) analisaram os parátipos e constataram que na maioria dos podécios ocorrem perfurações axilares com até 0,6 mm de diâmetro, muitos deles formando funis, e consideraram este caráter importante na delimitação da espécie. Nos espécimes analisados também foram constatados podécios com perfurações, as quais são geralmente difíceis de serem observadas devido à grande quantidade de grânulos amplamente distribuídos pelo podécio.

Ahti (2000) descreve a presença de ácido tamnólico e traços de ácido decarboxitamnólico, enquanto que Fleig *et al.* (1995) e Gumboski & Eliasaro (2012) relatam somente a presença ácido tamnólico. Nos espécimes da área de estudo foram encontrados, associado ao ácido tamnólico, traços de ácidos decarboxitamnólico e barbático e ainda duas substâncias não identificadas com Rf C aproximados de 48 e 80, representando um novo quimiotipo para esta espécie.

*Cladonia subdelicatula* Vain. ex Asahina compartilha diversas características com *C. palmicola* (Fleig *et al.* 1995). No entanto, *C. subdelicatula* possui podécios menos ramificados e sem perfurações (Ahti 2000), enquanto que em *C. palmicola* os podécios são ramificados dicotomicamente e as axilas geralmente são perfuradas formando funis.

*Cladonia chondrotypa* Vain. também pode ser confundida com *C. palmicola* pelos podécios ecorticados, granulados e com axilas perfuradas, além da produção de ácido tamnólico. Porém, as esquâmulas primárias de *C. chondrotypa* são digitadas e os podécios são maiores (com até 8 cm de altura), com base amarronzada e não há perfurações axilares nas ramificações apicais (Vainio 1887, Fleig *et al.* 1995, Ahti 2000), enquanto que em *C. palmicola* as esquâmulas primárias são laciniadas, os podécios não são escurecidos na base, não ultrapassam os 3,2 cm e as perfurações axilares não estão restritas as ramificações inferiores.

Segundo Ahti (2000), *C. palmicola* ocorre desde o nível do mar até 800 metros de altitude. Gumboski & Eliasaro (2012) levantaram a hipótese da associação desta espécie com a palmeira *Butia sp.* Todavia, nenhum dos espécimes analisados foi encontrado associado com esta palmeira, sendo que se desenvolviam em mourão de madeira e tronco em fase de apodrecimento. Além disso, o exemplar do Paraná é saxícola, substrato relatado pela primeira vez para esta espécie.

Distribuição: América do Sul: Uruguai e Brasil (Ahti 2000). No Brasil: RS (Fleig *et al.* 1995) e SC (Gumboski & Eliasaro 2012). Este é o primeiro registro para o Estado de PR o que amplia o limite setentrional desta espécie.

Espécimes examinados: BRASIL. PARANÁ. Guaraqueçaba, próx. à madeireira Madezatti, 24°59'44"S e 48°24'33"O, 700 m, 13-I-2004, *C. G. Donha 1690* (UPCB). SANTA CATARINA: Campo Alegre, Serra do Quiriri, 26°00'52"S e 49°00'39"O, 900 m, 26-XII-2011, *E. Gumboski & F. Beilke 3248* (UPCB). Joinville, Serra Dona Francisca, 900 m, 04-V-2010, *F. Beilke et al. 73* (UPCB).

*Cladonia polystomata* Ahti & Sipman, Fl. Neotrop. Monogr. 78: 294 (2000). Tipo: BRASIL. SÃO PAULO: Itanhaém, 1997, *Ahti, Marcelli & Vitikainen 55633* (holótipo, SP 158578; isótipos, B, CTES, H, IBUG, NY, US).

#### Figura 5

Talo primário: persistente a evanescente, composto por esquâmulas laciniadas, recortadas, 0,6—2,3 mm de comprimento  $\times$  0,4—0,8 mm de largura, sorédios e grânulos ausentes, margens lisas a levemente crenadas, sem rizinas; superfície superior corticada, verde acinzentada, lisa, levemente lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca, aracnoide, sem venações; córtex 20—70  $\mu$ m de espessura; medula 80—200  $\mu$ m de espessura; picnídios ausentes. Talo secundário: 0,4—3,9 cm de altura, 0,4—1,2 mm de espessura, cinza esbranquiçado, algumas vezes com manchas rosadas distribuídas aleatoriamente pelo podécio, ápices geralmente subulados e sem perfurações em podécios subdesenvolvidos, capitados e perfurados, formando funis de até 2,1 mm de diâmetro em podécios desenvolvidos, simples a pouco ramificado, ramificações curtas, acifoso, base não melanótica, embora alguns exemplares tenham a base amarronzada; superfície principalmente ecorticada, geralmente com áreas corticadas dispostas aleatoriamente pelo talo, sorédios e grânulos ausentes, esquâmulas laciniadas com até 1,3 mm de comprimento, abundantes, distribuídas por todo o podécio; córtex 0—40  $\mu$ m de espessura; medula 0—95  $\mu$ m de espessura; estereoma 80—130  $\mu$ m de espessura, mal delimitado, hialino a amarelado; canal central papilado e levemente sulcado; discos himeniais frequentes, apicais, marrons, com até 0,6 mm de diâmetro; ascósporos elipsoides a fusiformes, 9—11  $\times$  3—4  $\mu$ m; picnídios frequentes, apicais, marrom enegrecidos, cilíndricos, mucilagem hialina; conídios falciformes, 6—7  $\times$  1  $\mu$ m.

Química: Testes de coloração: K+ amarelo vivo, C-, KC-, UV-. CCD: ácido tamnólico associado a traços de ácido decarboxitamnólico.

Comentários: Os podécios principalmente ecorticados, pouco ramificados, esorediados, esquamulosos e com axilas perfuradas, somados a produção de ácido tamnólico caracterizam esta espécie (Ahti 2000).

*Cladonia sphacelata* Vain. se assemelha a *C. polystomata* pelos podécios corticados, esquamulosos, sem grânulos e/ou sóredios e pela ocasional produção de ácido tamnólico. Todavia, *C. sphacelata* possui podécios continuamente corticados e com axilas usualmente fechadas (Ahti 2000, Gumboski & Eliasaro 2012).

Outra espécie relacionada à *C. polystomata* é *C. squamosa*, uma vez que em ambas espécies são observados funis apicais e há síntese de ácido tamnólico. No entanto, *C. squamosa* possui grânulos na superfície do podécio (Vainio 1887, Ahti 2000).

*Cladonia polystomata* ocorre desde o nível do mar até 2300 metros de altitude (Ahti 2000). É muito comum na área de estudo, desenvolvendo-se em diversos substratos: solo, rocha, musgos e madeira em decomposição, tanto em áreas sombreadas como em lugares expostos à luz solar. Geralmente forma aglomerados de podécios facilmente observados devido à coloração cinza esbranquiçada, principalmente isolados de outras espécies de *Cladonia*.

Distribuição: América do Sul: Brasil, Guiana e Venezuela. No Brasil: AM, MG, PR, RJ, SC e SP (Ahti 2000).

Espécimes examinados: BRASIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Morro do Getúlio, 25°14'S e 48°50'O, 1230 m, 06-VII-2011, A. M. Charnei et al. 140, 143 (UPCB).

Quatro Barras, Serra da Baitaca, Morro Anhangava, 25°23'S e 49°00'O, 1420 m, 14-VII-2011, A.

M. Charnei et al. 252 (UPCB). Piraquara, Serra Marumbi, Morro do Bruninho, 25°23'03"S e

49°00'16"O, 1230 m, 04-XI-2011, A. M. Charnei 469 (UPCB). Guaratuba, Serra do Araçatuba,

Morro dos Perdidos, 25°53'02"S e 48°57'35"O, 1260 m, 15-IV-2011, A. M. Charnei et al. 62, 75

(UPCB). SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, 26°04'43"S e 48°55'23"O, 900 m, 07-V-

2011, A. M. Charnei et al. 97, 102 (UPCB); Monte Crista, 26°04'56"S, 48°54'37"O, 970 m, 15-V-2010, E. Gumboski & F. Beilke 1980 (UPCB). Campo Alegre, Serra do Quiriri, 26°01'35"S e 26°01'35"O, 1200 m, 19-XI-2012, A. M. Charnei et al. 592 (UPCB). Joinville, Serra Queimada, 26°07'14"S e 49°02'46"O, 1240 m, 04-IX-2011, A. M. Charnei & F. Beilke 438 (UPCB). Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S e 48°53'O, 1250 m, 13-VIII-2011, A. M. Charnei et al. 358, 403 (UPCB).

*Cladonia squamosa* Hoffm., Deutschl. Fl. 2: 125, 1796. Tipo: ITÁLIA. Trentino-Alto Adige ("Tirolia orientalis"). Prov. Bolzano, Vali di Pusteria, Casteldarpe (Ehrenburg), *Kernstock s.n.*, Fl. Exs. Austro-Hung. 3525 (neótipo designado por Ahti, 1993, H; isoneótipo, H).

#### Figura 6

Talo primário: persistente a evanescente, composto por esquâmulas laciniadas, recortadas, 0,6—1,7 mm de comprimento × 0,3—0,9 mm de largura, sorédios e grânulos ausentes, margens levemente crenadas, sem rizinas; superfície superior corticada, verde amarronzada, lisa, levemente lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca, aracnoide, sem venações; córtex 15—50 µm de espessura; medula 60—130 µm de espessura; picnídios ausentes. Talo secundário: 1,5—6,0 cm de altura, 0,5—2,7 mm de espessura, cinza amarronzado, raramente cinza esverdeado, simples a pouco ramificado, ápices subulados, acifoso, base não melanótica, perfurações presentes formando funis com até 1,2 mm de diâmetro, geralmente com ramos laterais curtos; superfície totalmente ecorticada, lisa, geralmente com o estereoma exposto, sorédios ausentes, grânulos esparsos dispersos aleatoriamente pelo podécio, esquâmulas laciniadas, com até 2,3 mm de comprimento, abundantes, distribuídas por todo o podécio; medula 0—90 µm de espessura; estereoma 90—220 µm de espessura, amarelado a amarronzado; canal central liso a papilado; discos himeniais ausentes; picnídios frequentes, apicais, marrom enegrecidos, cilíndricos, mucilagem levemente avermelhada; conídios falciformes, 6—7 × 1 µm.

Química: Testes de coloração: K- ou K+ amarelo vivo, C-, KC-, UV-. CCD: dois quimiotipos, I: ácido tamnólico associado a traços de ácido decarboxitamnólico e II: ácido barbático associado a duas substâncias não identificadas com Rf C aproximados de 15 e 45.

Comentários: *Cladonia squamosa* é caracterizada pelos podécios com axilas perfuradas, superfície principalmente ecorticada, esorediada, granulosa e esquamulosa (Vainio 1887). De acordo com Burgaz & Ahti (2009), esta espécie é morfologicamente muito variável, porém é reconhecida pelos podécios sempre ecorticados e perfurados.

Esta espécie era dividida em duas variedades: *Cladonia squamosa* e *C. squamosa* var. *subsquamosa* (Nyl. ex Leighton) Vain., de acordo com a respectiva ausência ou presença de ácido tamnólico (Ahti 2000, Burgaz & Ahti 2009). No entanto, como não há características morfológicas relacionadas com a variação química, são atualmente consideradas como quimiotipos. Assim como relatado por Ahti (2000), nos espécimes da área de estudo não foram observadas alterações morfológicas relacionadas à variação química.

*Cladonia polystomata* é semelhante a *C. squamosa*, uma vez que ambas possuem podécios com perfurações dilatadas, em forma de funil (ver comentários em *C. polystomata*).

Espécimes estéreis de *C. didyma* podem ser confundidos com *C. squamosa*, uma vez que em ambas os podécios são ecorticados, granulosa e esquamulosa. No entanto, em *C. didyma* não há perfurações axilares e há produção de ácido didímico, metabólito ausente em *C. squamosa* (Ahti 2000; Gumboski & Eliasaro 2012).

Swinscow & Krog (1988) relatam que *C. pallens* Ahti & Krog é semelhante a *C. squamosa* pelos podécios esorediados e por produzir ácido tamnólico, no entanto *C. pallens* possui córtex bem desenvolvido e axilas principalmente fechadas.

*Cladonia squamosa* ocorre desde o nível do mar até 4500 metros de altitude (Ahti 2000). Na área de estudo foi encontrada se desenvolvendo sobre solo, musgos, rocha, córtex e restos vegetais em decomposição, principalmente em locais expostos a luz solar.



Distribuição: Cosmopolita: Oceania (Vainio 1887), Ásia (Nylander 1900), Europa (Crombie 1883), África (Vainio 1887), América do Norte (Fulford 1937), América Central (Müller 1893), América do Sul (Crombie 1876) e Antártida (Øvstedal & Smith 2001). Na América do Sul: Argentina (Müller 1878), Bolívia (Flakus *et al.* 2008), Brasil (Vainio 1887), Chile (Crombie 1876), Colômbia, Equador, Peru e Venezuela (Ahti 2000). No Brasil: PA (Vainio 1887), PR (Gumboski & Eliasaro 2012), RJ (Vainio 1887), SC e SP (Ahti 2000).

Espécimes examinados: BRASIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Pico Paraná, 25°15'S e 48°48'O, 1800 m, 06-VII-2011, *A. M. Charnei et al.* 228 (UPCB); Morro Caratuva, 25°24'S e 48°49'O, 1850 m, 06-VII-2011, *A. M. Charnei et al.* 164, 185 (UPCB). Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos Perdidos, 23°53'02"S e 48°57'35"O, 1260 m, 15-IV-2011, *A. M. Charnei et al.* 47, 57 (UPCB). SANTA CATARINA: Campo Alegre, Serra do Quiriri, 26°01'35"S e 26°01'35"O, 1200 m, 19-XI-2012, *A. M. Charnei et al.* 591 (UPCB). Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S e 48°53'O, 1250 m, 13-VIII-2011, *A. M. Charnei et al.* 356, 393 (UPCB).

### **Agradecimentos**

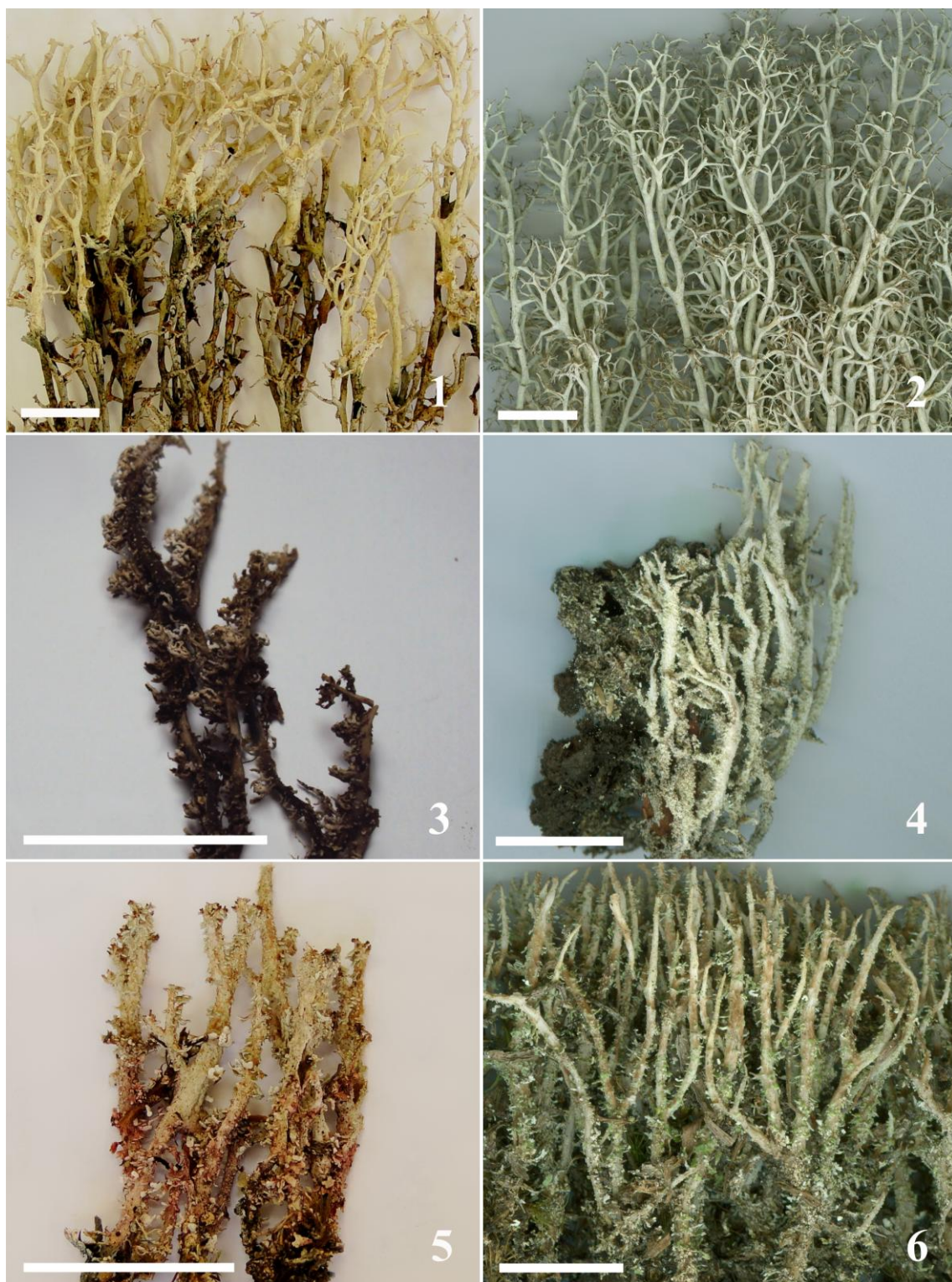
Os autores agradecem aos biólogos Alice Gerlach, Emerson Gumboski, Flávio Beilke, Vanessa Ariati e Vitor de Freitas Batista pelo auxílio nas coletas. Ao curador do herbário MBM pelo empréstimo dos espécimes solicitados. Aos órgãos ambientais estaduais FATMA (Fundação do Meio Ambiente) e IAP (Instituto Ambiental do Paraná) pelas licenças de coleta concedidas. À CAPES (Coordenadoria de Aperfeiçoamento Pessoal do Ensino Superior) pela concessão de bolsa de Mestrado para a primeira autora.

### Literatura citada

- Ahti, T.** 1977. The *Cladonia gorgonina* group and *C. gigantea* in East Africa. *Lichenologist* 9: 1-15.
- Ahti, T.** 2000. *Cladoniaceae*. *Flora Neotropica* 78: 1-362.
- Ahti, T.; Stenroos, S. & Xavier Filho, L.** 1993. The lichen family Cladoniaceae in Paraíba, Pernambuco and Sergipe, Northeast Brazil. *Tropical Bryology* 7: 55-70.
- Burgaz, A. R. & Ahti, T.** 2009. Cladoniaceae. *Flora Liqueológica Ibérica*. Volume 4. Sociedad Española de Liqueología (SEL), Madrid. 111 pp.
- Charnei, A. M. & Eliasaro, S.** 2013a. Verticillate *Cladonia* species (Lichenized Ascomycota) from high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil. *Hoehnea* 40 (1): 87-97.
- Charnei, A. M. & Eliasaro, S.** 2013b. Four new species of *Cladonia* (Cladoniaceae, Ascomycota) of Southern Brazil. *The Bryologist*. Submetido.
- Crombie, J. M.** 1876. On the lichens collected by Prof. R. O. Cunningham in the Falkland Islands, Fuegia, Patagonia and the Island of Chile during the voyage of H. M. S. Nassau 1867-1869. *Journal linnean Society* 15: 222.
- Crombie, J. M.** 1883. Enumeration of the British Cladonieae. *Grevillea* 11: 111-115.
- Culberson, C. F. & Ammann, K.** 1979. Standard method zur Dünnschicht chromatographie von Flechtensubstanzen. *Herzogia* 5: 1-24.
- Eliasaro, S.; Gerlach, A. C. L. & Gumboski, E. L.** 2012. Novos registros de fungos liquenizados para o Estado do Paraná, Brasil. *Biociências* 10 (4): 507-512.
- Elix, J. A. & Ernst-Russell, K.D.** 1993. A Catalogue of Standardized Thin Layer Chromatographic Data and Biosynthetic Relationships for Lichen Substances. 2<sup>nd</sup> Ed. Australian National University Canberra.

- Flakus, A.; Ahti, T.; Kukwa, M.; Wilk, K.** 2008. New and interesting records of *Cladonia* and theirs lichenicolous fungi from the Andean cloud forest in Bolivia. *Annales Botanici Fennici* 45: 448-454.
- Fleig, M.; Ahti, T. & Stenroos, S.** 1995. A família Cladoniaceae (liquens) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Napaea* 11: 1-29.
- Fulford, M.** 1937. Some Cladoniae from Southwestern Ohio: Cladoniae from Clermont, Brown, and Adams Counties. *The Ohio Journal of Science* 37 (5): 295-300.
- Gumboski, E. L. & Eliasaro, S.** 2011. Checklist of lichenized fungi of Santa Catarina State (Brazil). *Mycotaxon* 115: 535.
- Gumboski, E. L. & Eliasaro, S.** 2012. Espécies de *Cladonia* P. Browne (Cladoniaceae, Ascomycota) dos Supergrupos *Cocciferae*, *Crustaceae* e *Perviae* em restingas e costões rochosos do Paraná e Santa Catarina, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 26(3): 619-631.
- Lopez-Figueiras, M.** 1986. Censo de macrolíquenes Venezolanos de los Estados Falcon, Lara, Merida, Tachira y Trujillo. Universidad de Los Andes. Merida.
- Marcelli, M. P.** 1990. Líquens das Restingas e Manguezais da Ilha do Cardoso I. *In*: II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: estrutura, função e manejo. Águas de Lindóia, São Paulo, p. 382-392.
- Martin, W.** 1958. The Cladoniae of New Zealand. *Transactions of the Royal Society of New Zealand* 85: 603-632.
- Müller, J.** 1878. Lichenologische Beiträge. *Flora* 61: 482-492.
- Müller, J.** 1891. Lichenes Schenckianae a cl. Dr. H. Schenck, Bonnensi, in Brasiliae orientalis prov. Santa Catharina, Paraná, Rio de Janeiro, Minas Geraes et Pernambuco lecti. *Hedwigia* 30: 219-234.
- Müller, J.** 1893. Lichenes, in Th. Durand at H. Pittier, Primatae florum Costaricensis. Séconde enumeration. *Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique* 32: 122-173.
- Nylander, W.** 1869. Lichenes in Brasilia. A Glaziou Collecti. *Flora* 52: 117-126.

- Nylander, W.** 1900. Lichenes Ceylonenses et Additamentum ad Lichenes Japoniae. Acta Society Science Fennicae 26: 1-33.
- Osorio, H. & Fleig, M.** 1986. Contribution to the lichen flora of Brazil XVIII. Lichens from Itaimbezinho, Rio Grande do Sul State. Comunicaciones Botanicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 7 (75): 1-8.
- Øvstedal, D. O. & Smith, R. I. L.** 2001. Lichens of Antarctica and South Georgia. A guide to their identification and ecology. Studies in polar Research, Cambridge University Press, Cambridge, 411 pp.
- Sipman, H. J. M. & Aptroot, A.** 1992. Results of a botanical expedition to Mount Roraima, Guyana. II. Lichens. Tropical Bryology 5: 79-107.
- Stenroos, S., Hyvonen, J., Myllys, L., Thell, A. & Ahti, T.** 2002. Phylogeny of the genus *Cladonia* s.lat. (Cladoniaceae, Ascomycetes) inferred from molecular, morphological, and chemical data. Cladistics 18: 237–278.
- Swinscow, T. D. V. & Krog, H.** 1988. Macrolichens of East Africa. British Museum (Natural History), London. 390 pp.
- Taylor, C. J.** 1967. The lichens of Ohio. Part I. Foliose lichens. The Ohio Biological Survey. The Ohio State University Press, Columbia.
- Taylor, C. J.** 1968. The lichens of Ohio. Part II. Fruticose lichens. The Ohio Biological Survey, The Ohio State University Press, Columbia.
- Vainio, E. A.** 1887. Monographia Cladoniarum Universalis. I. Acta Societatis Pro Flora et Fauna Fennica, v. 4. 509 pp.
- Vareschi, V.** 1973. Resultados liquenológicos de excursiones efectuadas en Venezuela. No. 3. Catalogo de los líquenes de Venezuela. Acta Botanica Venezuelica 8: 177 - 245.



Figuras 1-6: 1- *Cladonia carassensis* (E. Gumboski & F. Beilke 1954). 2- *C. crispatula* (A. M. Charnei et al.156). 3- *C. mackii* (A. Gerlach et al. 687b). 4- *C. palmicola* (F. Beilke et al. 73). 5- *C. polystomata* (A. M. Charnei et al. 136). 6- *C. squamosa* (A. M. Charnei et al.57). Escala = 1 cm

Capítulo 07, a ser submetido à revista Hoehnea

**Espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Crustaceae* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil**

Ana Marcia Charnei<sup>1,2</sup> & Sionara Eliasaro<sup>1</sup>

**Título resumido: *Cladonia* do Supergrupo *Crustaceae* da Serra do Mar no Sul do Brasil**

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná, Departamento de Botânica, Laboratório de Liquenologia, 81531-970, Curitiba, PR, Brasil. Caixa Postal 19031.

<sup>2</sup>Autor para correspondência: acharnei@yahoo.com.br

**RESUMO** - (Espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Crustaceae* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil). Em um levantamento das espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Crustaceae* em ambientes de altitude na Serra do Mar no Sul do Brasil foram encontradas seis espécies. *Cladonia uncialis* é novo registro para o Sul do Brasil. Para o Paraná é feito o primeiro registro de *C. substellata*, enquanto *C. consimilis* e *C. kalbii* são novas ocorrências para Santa Catarina. São fornecidas uma chave de identificação, descrições detalhadas, comentários e ilustrações.

Palavras-chave: Fungos liquenizados, Paraná, Santa Catarina, taxonomia.

**ABSTRACT** - (*Cladonia* species of the *Crustaceae* Supergroup from high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil). In a survey of the *Cladonia* species pertaining to the Supergroup *Crustaceae* occurring in high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil, six species were found. *Cladonia uncialis* is recorded for the first time to Southern Brazil. *Cladonia substellata* is new to state of Paraná while *C. consimilis* and *C. kalbii* are new to state of Santa Catarina. The detailed descriptions, an identification key, illustrations and commentaries are provided.

Key words: Lichenized fungi, Paraná, Santa Catarina, taxonomy.

## Introdução

O Supergrupo *Crustaceae*, do gênero *Cladonia* P. Browne, proposto por Stenroos *et al.* (2002a) inclui as espécies anteriormente tratadas no gênero *Cladina* (Nyl.) Nyl., todas as espécies da seção *Uncialis sensu* Ahti (2000) e também *Cladonia albofuscescens* Vain, *C. bahiana* Ahti, *C. consimilis* Vain. e *C. variegata* Ahti (Stenroos *et al.* 2002a). Neste Supergrupo o talo primário pode ser crustoso ou esquamuloso e não persiste na natureza, os podécios são cilíndricos e muito ramificados, os discos himeniais e os picnídios são marrons e não há formação de sorédios. Quimicamente é bastante variável, havendo produção de ácidos graxos, depsídios, depsidonas e dibenzofuranos (Stenroos *et al.* 2002a, Burgaz & Ahti 2009).

As espécies do Supergrupo *Crustaceae* são comuns acima de 900 metros de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil, e em geral abundantes, formado aglomerados que podem atingir alguns metros de extensão. Contudo, das nove espécies de *Cladonia* deste Supergrupo conhecidas no Sul do Brasil (Fleig *et al.* 1995, Ahti 2000, Gumboski & Eliasaro 2011, Gumboski & Eliasaro 2012, Eliasaro *et al.* 2012), nenhuma é registrada para ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil.

## Materiais e Métodos

A área de estudo, bem como seus dados geográficos e climáticos são descritos em Charnei & Eliasaro (2013). Em laboratório, os materiais após serem secos em temperatura ambiente ou em estufa a baixa temperatura, foram herborizados e incorporados ao Herbário UPCB da Universidade Federal do Paraná. Também foram estudados espécimes do herbário MBM.

As análises morfológicas foram realizadas sob microscópio estereoscópico (20-50×) e para as análises anatômicas, cortes feitos à mão livre, foram observados sob microscópio óptico (400-1000×), ambos com ocular com retículo graduado. Para a identificação de metabólitos secundários de importância taxonômica foram utilizados: testes de coloração de córtex e medula, observação do



talo sob lâmpada UV (Taylor 1967; 1968) e cromatografia em camada delgada (CCD) seguindo Culberson & Ammann (1979) e Elix & Ernst-Russell (1993).

## Resultados e Discussão

Foram encontradas seis espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Crustaceae* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil: *C. confusa* R. Sant., *C. consimilis* Vain., *C. divaricata* Nyl., *C. kalbii* Ahti, *C. substellata* Vain. e *C. uncialis* (L.) F. H. Wiggers.

*Cladonia uncialis* é novo registro para o Sul do Brasil, *C. consimilis* e *C. kalbii* para o Estado de Santa Catarina e *C. substellata* para o Paraná.

*Cladonia confusa* é a espécie mais comum nestes ambientes, geralmente formando extensos aglomerados, ao passo que *C. divaricata* é a espécie mais rara, tendo sido encontrado somente um pequeno agregado de podécios.

Embora a maioria das espécies seja encontrada em todos ou quase todos os pontos de coleta, algumas se mostraram limitadas a um ponto ou a pontos geograficamente próximos, como por exemplo, *C. substellata* que mesmo formando extensos aglomerados no Morro dos Perdidos/PR não foi encontrada nos demais locais de coleta.

### Chave artificial para espécies de *Cladonia* dos Supergrupos *Perviae* e *Crustaceae* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil

1. Superfície do podécio totalmente ecorticada
  2. Podécio sem estereoma ..... *C. divaricata*
  2. Podécio com estereoma
    3. Podécios sem eixo principal definido, axilas geralmente perfuradas, K- ..... *C. confusa*
    3. Podécios com eixo principal definido, axilas fechadas, K+ amarelo ..... *C. kalbii*
1. Superfície do podécio corticoide a corticada

- 4. Podécios cinza esbranquiçados, com ácido tamnólico ..... *C. consimilis*
- 4. Podécios verde amarelados, com ácido úsnico
  - 5. Podécios maculados, com perfurações ..... *C. uncialis*
  - 5. Podécios nunca maculados, sem perfurações ..... *C. substellata*

*Cladonia confusa* R. Sant., Ark. Bot. 30A (10): 13 (1942). Tipo: EQUADOR. IMBABURA: Lago Cuicocha, Islote Chica, 1939, *Asplund* L107 (holótipo, S; isótipos, H, UPS).

#### Figura 1

Talo primário: ausente. Talo secundário: 3,5—14,0 cm de altura, 0,3—1,0 mm de espessura, verde acinzentado a verde amarelado, densamente ramificado, ramificações principalmente tricotômicas, ocasionalmente dicotômicas e/ou tetracotômicas, raramente politômicas, isotômicas, sem eixo principal definido, mas algumas vezes com ramos mais espessos que podem ser confundidos com eixos principais, perfurações presentes principalmente nas axilas apicais, com até 0,6 mm de diâmetro, ápices subulados, acifoso, sem base melanótica; superfície ecorticada, aracnoide, sorédios, grânulos e esquâmulas ausentes; medula (0—) 20—50 µm de espessura; estereoma 70—150 µm de espessura, bem delimitado, hialino; canal central liso a levemente rugoso; discos himeniais raros, com até 0,2 mm de diâmetro, marrons; ascósporos ausentes; picnídios frequentes, apicais, cilíndricos a ovóides, marrom enegrecidos, mucilagem ausente; conídios levemente curvados a falciformes, 5—6 × 1 µm.

Química: Testes de coloração: K-, C-, KC- ou KC+ amarelo fraco, UV-. CCD: ácido perlatólico ocasionalmente associado com ácido úsnico.

Comentários: Esta espécie é caracterizada pelos podécios ecorticados, densamente ramificados, sem eixo principal definido e sem propágulos vegetativos. As axilas geralmente são perfuradas e os principais compostos químicos produzidos são os ácidos perlatólico e úsnico (Fleig *et al.* 1995, Ahti 2000).

*Cladonia signata* (Eschw.) Vain. difere de *C. confusa* pelos podécios com ramificações principalmente dicotômicas com axilas fechadas e por produzir ácido fumarprotocetrárico (Vainio 1887, Ahti 2000).

*Cladonia evansii* (Abbeyes) Hale & W. L. Culberson se assemelha a *C. confusa* pelos podécios ecorticados, densamente ramificados, sem eixo principal definido e sem propágulos vegetativos, bem como pela produção de ácido perlatólico. Todavia, em *C. evansii* as ramificações são principalmente dicotômicas, as axilas são geralmente fechadas e há produção de atranorina, metabólito ausente em *C. confusa* (Ahti 2000).

*Cladonia confusa* ocorre desde o nível do mar até 4045 metros de altitude (Ahti 2000). É a espécie mais comum da área de estudo, geralmente formando extensos aglomerados com cerca de 3,0 × 3,0 m. Ocorre em diversos substratos, tais como solo, rochas, musgos e restos vegetais em decomposição, principalmente em locais expostos a luz solar, mas também presente em locais sombreados.

Distribuição. África (Swinscow & Krog 1988), América do Norte, América Central (Ahti 1961) e América do Sul (Santesson 1942), na Argentina, Brasil (Santesson 1942), Bolívia, Colômbia (Ahti 1961), Equador (Santesson 1942), Guiana (Sipman & Aptroot 1992), Paraguai, Peru (Ahti 2000), Uruguai e Venezuela (Santesson 1942). No Brasil: AM (Ahti 2000), BA (Ahti 1961), ES (Ahti 2000), MG (Ahti 1961), PR (Ahti 2000), RJ (Santesson 1942), RS (Osorio & Arbelo Martins 1980), RR (Ahti 2000), SC (Müller 1981b, como *C. pycnoclada* (Pers.) Nyl.) e SP (Santesson 1942).

Espécimes selecionados examinados: BRASIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Capivariri, Morro Capivari, 1500 m, 26-VI-2003, *C. G. Donha* 763 (UPCB); 1100 m, 24-VIII-1989, *V. Nicolack & O. S. Ribas* 20 (MBM); Morro Capivari Grande, 04-III-2007, *P. B. Schwartzburd* 1237 (UPCB); Morro Camapuã, 1500 m, 04-IV-2010, *V. Ariati* 410 (UPCB); Serra do Ibitiraquire, Pico Paraná, 25°15'S e 48°48'O, 1800 m, 06-VII-2011, *A. M. Charnei et al.* 216, 227 (UPCB);

Morro Caratuva, 25°24'S e 48°49'O, 1850 m, 06-VII-2011, *A. M. Charnei et al.* 201, 203 (UPCB); Morro do Getúlio, 25°14'S e 48°50'O, 1230 m, 06-VII-2011, *A. M. Charnei et al.* 130 (UPCB). Quatro Barras, Serra da Baitaca, Morro Anhangava, 25°23'S e 49°00'O, 1420 m, 14-VII-2011, *A. M. Charnei et al.* 279, 288 (UPCB); Morro Mãe Catira, 1100 m, 10-VII-1991, *O. S. Ribas & C. B. Poliquesi* 351 (MBM); 1200 m, 12-VIII-1989, *R. Kummrov & V. Nicolack* 3184 (MBM). Piraquara, Serra Marumbi, Morro do Bruninho, 25°23'03"S e 49°00'16"W, 1230 m, 04-XI-2011, *A. M. Charnei* 474, 481 (UPCB); Morro do Vigia, 28-III-2000, *F. L. Brock* 06 (UPCB); Morro do Canal, 09-VI-2009, *E. Gumboski* 1532, 1534 (UPCB); Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos Perdidos, 25°53'02"S e 48°57'35"W, 1100 m, 11-IX-1998, *E. P. Santos* 538 (UPCB); 1260 m, 14-IV-2011, *A. M. Charnei et al.* 59, 85 (UPCB). SANTA CATARINA: Campo Alegre, Serra do Quiriri, 26°01'35"S e 26°01'35"W, 1200 m, 19-XI-2012, *A. M. Charnei et al.* 581 (UPCB). Joinville, Serra Dona Francisca, Castelo dos Bugres, 26°13'41"S e 49°03'33"W, 998 m, 07-I-2011, *E. Gumboski & F. Beilke* 2257 (UPCB). Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 25°40'S e 48°53'O, 1250 m, 13-VIII-2011, *A. M. Charnei et al.* 363, 405 (UPCB).

*Cladonia consimilis* Vain., Acta Soc. Fauna Fl. Fenn, 4: 303, 1887. Tipo: BRASIL. MINAS GERAIS: Caraça, 1470 m., 1885, *Vainio s. n.* (lectótipo designado por Ahti, 1993, TUR-V 15032, fotografia US, isoelectótipo TUR-V 15031).

## Figura 2

Talo primário: evanescente, composto por esquâmulas lobadas, 0,4—3,0 mm de comprimento × 0,3—4,0 mm de largura, sorédios e grânulos ausentes, margens lisas, sem rizinas; superfície superior corticada, verde acinzentada, lisa a levemente verrucosa, levemente lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca, aracnoide, sem venações; córtex 40—90 µm de espessura; medula 95—160 µm de espessura; picnídios ausentes. Talo secundário: 1,0—6,2 cm de altura, delgado, 0,2—0,5 mm de espessura, muito quebradiço, branco acinzentado, ramificado, sem eixo principal definido, ramificações frequentemente dicotômicas, raramente tricotômicas,

isotômicas, ápices subulados, acifoso, sem base melanótica, perfurações geralmente ausentes; superfície corticoide, opaca, lisa a verrucosa, sorédios e grânulos ausentes, esquâmulas principalmente ausentes ou presentes na base do podécio, lobadas com até 0,8 mm de comprimento; córtex (0—) 5—15 µm de espessura; medula 30—70 µm de espessura; estereoma 40—100 µm de espessura, hialino, mal delimitado; canal central liso a papilado; discos himeniais e picnídios ausentes.

Química: Testes de coloração: K+ amarelo vivo, C-, KC-, UV-. CCD: ácido tamnólico associado a traços de ácido decarboxitamnólico.

Comentários: *Cladonia consimilis* é caracterizada pelos podécios cilíndricos, delgados, com ápices subulados a espinhosos e com ramificações dicotômicas (Vainio 1887). Quanto à composição química, são conhecidos dois quimiotipos, um com ácido tamnólico e traços de ácido decarboxitamnólico e outro com ácido esquamático (Ahti 2000).

Mesmo sendo de outro gênero, *Carassea connexa* S. Stenroos é semelhante à *Cladonia consimilis*, uma vez que possui podécios frágeis, ramificados dicotomicamente, com ou sem perfurações. Contudo, difere quimicamente, produzindo atranorina e ácidos liquesterínico e protoliquesterínico como compostos principais. Além do mais, a superfície das ramificações apicais é nitidamente lustrosa (Stenroos *et al.* 2002b), ao passo que em *C. consimilis* é opaca.

*Cladonia polytypa* Vain. também possui podécios com ramificações dicotômicas a tricotômicas, axilas perfuradas ou não, ápices subulados e produz ácido tamnólico como principal metabólito secundário. Entretanto, possui base melanótica (Vainio 1887; Ahti 2000), característica não observada em *C. consimilis*.

*Cladonia peltastica* (Nyl.) Müll. Arg. difere de *C. consimilis*. pelos podécios com superfície lustrosa e ápices amarronzados e pela frequente produção de ácido úsnico. Além disso, é uma espécie restrita a região amazônica (Ahti 2000).

Foi encontrada desenvolvendo-se sobre solo e briófitas. É pouco abundante na área de estudo, embora presente em vários pontos amostrados.

Distribuição: Brasil: MG (Vainio 1887), PR (Eliasaro *et al.* 2012) e SP (Ahti 2000). Este é o primeiro registro para SC.

Espécimes examinados: BRASIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Pico Paraná, 25°15'S e 48°48'O, 1800 m, 06-VII-2011, A. M. Charnei *et al.* 217, 218 (UPCB); Morro Caratuva, 25°15'S e 48°49'O, 1850 m, 06-VII-2011, A. M. Charnei *et al.* 159, 177 (UPCB).

SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, Monte Crista, 26°04'S e 48°54'O, 970 m, 15-V-2010, E. Gumboski & F. Beilke 1953, 1978 (UPCB); 07-V-2011, A. M. Charnei *et al.* 106, 108 (UPCB). Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S e 48°53'O, 1250 m, 13-VIII-2011, A. M. Charnei *et al.* 341, 391, 395 (UPCB).

***Cladonia divaricata*** Nyl., Syn. meth. lich. (Parisii) 1(2): 260 (1860). Tipo: BRASIL. Sem localidade e coletor (lectótipo designado por Ahti (2000), PC; isoelectótipos H-Nyl 37600, PC[2], TUR-V 13624).

### Figura 3

Talo primário: ausente. Talo secundário: 0,9—2,4 cm de altura, 0,7—2,3 mm de espessura, verde amarelado a verde acinzentado, ramificado, ramificações dicotômicas a tricotômicas, anisotômicas, curtas, ramificações apicais marrons, eixo principal definido, perfurações geralmente presentes com até 1,3 mm de diâmetro, ápices truncados, acifoso, sem base melanótica; superfície ecorticada, aracnoide, opaca, sorédios, grânulos e esquâmulas ausentes; medula 110—230 µm de espessura; estereoma ausente; canal central com aspecto tomentoso; discos himeniais ausentes; picnídios frequentes, apicais, marrons, cilíndricos a cônicos, mucilagem e conídios ausentes.

Química: Testes de coloração: K-, C-, KC+ amarelo fraco, UV-. CCD: ácidos fumarprotocetrárico e úsnico associados a traços de ácido físdálico.

Comentários: Os podécios espessos, ramificados, com axilas perfuradas e ápices obtusos, sem córtex e estereoma são as principais características para a identificação desta espécie (Vainio 1887).

Em *Cladonia albofuscescens* Vain. os podécios também não possuem córtex e estereoma, porém esta difere de *C. divaricata* pela base melanótica e pela ausência de ácido úsnico (Ahti, 2000).

*Cladonia divaricata* é rara na área de estudo, onde foi encontrado somente um exemplar se desenvolvendo sobre solo, isoladamente de outras espécies de *Cladoniaceae*.

Distribuição: Brasil: MG (Vainio 1887) e PR (Ahti 2000).

Espécimes examinados: BRASIL. PARANÁ: Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos Perdidos, 1260 m, 25°53'02"S e 48°57'35"O, 15-IV-2011, A. M. Charnei et al. 31 (UPCB).

***Cladonia kalbii*** (Ahti) Ahti & DePriest, Mycotaxon 78: 501 (2001). Tipo: BRASIL. MINAS GERAIS: Lima Duarte, Parque Estadual do Ibitipoca, 1270 m, 1989, *Stenroos, Ahti & Marcelli* 3851 (holótipo SP; isótipos B, FH, H, NY, TNS, US).

Figura 4

Talo primário: ausente. Talo secundário: 4,8—10,0 cm de altura, 3,0—11,0 mm de espessura, branco acinzentado, ramificações apicais marrons, eixo principal bem definido, ramificações dicotômicas, anisotômicas a subisotômicas, axilas fechadas, sem base melanótica, porém levemente enegrecida, perfurações raras sem padrão definido; superfície do podécio ecorticada, verrucosa, sorédios, grânulos e esquâmulas ausentes; medula 50—110 µm de espessura; estereoma 100—150 µm de espessura, mal delimitado, enegrecido nas regiões basais, hialino a amarelado nas regiões

apicais; canal central papilado; discos himeniais ausentes; picnídios apicais, cilíndricos, mucilagem avermelhada; conídios levemente curvados,  $6\text{--}7 \times 1 \mu\text{m}$ .

Química: Testes de coloração: K+ amarelo, C-, KC-, UV-. CCD: ácidos fumarprotocetrárico e fisodálico, atranorina e uma substância não identificada com Rf C aproximado de 15.

Comentários: *Cladonia kalbii* é caracterizada pelos podécios ecorticados com ramificações dicotômicas, superfície verrucosa a escabrosa e mucilagem picnidial vermelha (Ahti 2000).

*Cladonia rangiferina* subsp. *abbayesii* (Ahti) Ahti & DePriest difere de *C. kalbii* pela superfície principalmente lisa e mucilagem picnidial hialina. Aliado a estas características, Ahti (2000) destaca que *C. rangiferina* não ocorre no Sul do Brasil.

De acordo com Ahti (2000), *C. kalbii* ocorre em regiões montanhosas e elevações na costa brasileira. Na área de estudo é rara, onde foram encontrados somente dois espécimes no mesmo ponto de coleta, sendo que os mesmos se desenvolviam sobre solo, em local aberto, isolados das demais espécies de *Cladoniaceae*.

Distribuição: Brasil: BA, ES, MG, PR, RJ e SE (Ahti 2000). Este é o primeiro registro para SC.

Espécimes examinados: BRASIL. SANTA CATARINA: Santo Amaro da Imperatriz, Pico Serra do Tabuleiro, 1250 m, 27°49'S e 48°53'O, 12-VIII-2011, A. M. Charnei et al. 376, 404 (UPCB).

*Cladonia substellata* Vain., Acta Soc. Fauna Flora fenn. 4(1): 271 (1887). Tipo: BRASIL. MINAS GERAIS: Caraça, 1400 m, 1885, *Vainio s. n.* (lectótipo, designado por Ahti, 1973, TUR-V 13632; isoelectótipos, H-NYL, TUR-V; síntipos, TUR-V).

Figura 5

Talo primário: ausente. Talo secundário: 0,5—2,5 cm de altura, 0,5—1,1 mm de espessura, frágil, quebradiço, verde amarelado, ramificações apicais marrons, densamente ramificado, sem eixo



principal definido, ramificações dicotômicas anisotômicas a isotômicas, ápices subulados, acifosos, perfurações ausentes, sem base melanótica, porém algumas vezes acinzentada; superfície corticoide, lisa a verrucosa, opaca a levemente lustrosa, sorédios, grânulos e esquâmulas ausentes; córtex 0—20 µm de espessura; medula 20—100 µm de espessura; estereoma 50—90 µm de espessura, hialino, mal delimitado; canal central sulcado, com algumas áreas fibrosas e floculadas; discos himeniais e picnídios ausentes.

Química: Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácidos úsnico, estíctico e uma substância não identificada com Rf C aproximado de 47.

Comentários: As principais características de *C. substellata* são os podécios delgados e ramificados (Vainio 1887), bem como a presença de estereoma fibroso e a produção de ácido úsnico associado a ácidos do complexo estíctico (Ahti 2000).

Segundo Vainio (1887) e Ahti (2000) as axilas de *C. substellata* podem ser perfuradas ou permanecer fechadas. No material da área de estudo as axilas da maioria dos podécios são fechadas, com raras axilas perfuradas.

Ahti (1973) destaca que a concentração de ácido estíctico é baixa e por isso a reação do teste de coloração (teste K) é amarelo fraco. Nos materiais analisados o teste K foi negativo, mas a presença de ácido estíctico foi detectada em CCD.

*Cladonia peltastica* se assemelha a *C. substellata* pelos podécios densamente ramificados, com ramificações dicotômicas e pelos ápices subulados e marrons. Contudo, *C. peltastica* possui superfície corticada e lustrosa e não produz ácido estíctico, além de ser endêmica da região amazônica (Ahti 2000).

*Cladonia uncialis* pode ser confundida com *C. substellata* pelos podécios ramificados, com ramificações apicais escurecidas, axilas que podem ser perfuradas ou não e pela produção de ácido úsnico. No entanto, *C. uncialis* possui córtex mais desenvolvido e não sintetiza ácido estíctico (Ahti 2000; Brodo *et al.* 2001, Burgaz & Ahti 2009)

*Cladonia substellata* ocorre desde o nível do mar até 1400 metros de altitude. Na área de estudo foi encontrada somente no Morro dos Perdidos, onde é comum e chega a formar aglomerados de até 20 × 20 cm. Desenvolve-se sobre solo, musgos e fina camada de sedimentos sobre rocha, isolada de outras espécies de *Cladoniaceae*.

Distribuição: América do Sul, no Brasil (Vainio 1887), Guiana, Paraguai, Uruguai e Venezuela (Ahti 2000). No Brasil: BA (Ahti *et al.* 1993), ES (Ahti 2000), MG (Vainio 1887), PB, PE (Ahti 1973), RJ, SC (Mülller 1981a – como *C. peltastica*) e SE (Ahti *et al.* 1993). Este é o primeiro registro para o PR.

Espécimes examinados: BRASIL. PARANÁ: Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos Perdidos, 25°53'02"S e 48°57'35"O, 1260 m, 15-IV-2011, A. M. Charnei *et al.* 04, 36, 81 (UPCB).

*Cladonia uncialis* (L.) F. H. Wigg., Prim. Fl. Holsat.: 90, 1780. Tipo: SUÉCIA. DALARNA: Stora Kopparberg, Rotneby, C. Stenhammar s.n., Lich. Suec. Exsicc., ed. 2, n. 210 (holótipo ?; isótipos H, MIN, UPS).

#### Figura 6

Talo primário: ausente. Talo secundário: 2,5—7,0 cm de altura, 0,5—1,3 mm de espessura, verde amarelado com ápices amarronzados, raramente com manchas arroxeadas distribuídas aleatoriamente pelo podécio, ápices subulados, acifoso, base não melanótica, ramificado, eixo principal pouco definido, ramificações anisotômicas, dicotômicas e/ou tricotômicas, com ramificações apicais tetracotômicas a politômicas, axilas geralmente perfuradas, perfurações com até 0,6 mm de diâmetro; superfície do podécio corticada com algumas regiões areoladas, maculada, máculas melhor observadas em material fresco, sorédios, grânulos e esquâmulas ausentes; córtex 30—60 µm de espessura; medula 50—70 µm de espessura; estereoma 30—75 µm de espessura,

mal delimitado; canal central estriado; discos himeniais ausentes; picnídios frequentes, apicais, marrons, cilíndricos a ovóides, mucilagem avermelhada; conídios falciformes, 7—8×1 µm.

Química: Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácido úsnico e duas substâncias não identificadas com Rf C aproximados de 10 e 20.

Comentários: *Cladonia uncialis* é bastante variável morfológica e quimicamente, sendo dividida em duas subespécies, *C. uncialis* subsp. *uncialis* e *C. uncialis* subsp. *biuncialis* (Hoffm.) M. Choisy, que se diferenciam principalmente pelas ramificações apicais e pelas perfurações axilares sendo que a primeira possui ramificações tricotômicas, politômicas ou politômicas e axilas geralmente perfuradas e na segunda as ramificações apicais são dicotômicas e as axilas geralmente são fechadas (Burgaz & Ahti 2009). No entanto, esta espécie pode ser caracterizada pelos podécios verde amarelados (com ácido úsnico), delgados, densamente ramificados, superfície corticada, com algumas regiões areoladas, sem sorédios, grânulos e esquâmulas (Brodo *et al.* 2001, Osyczka 2006).

De acordo com Osyczka (2006) o ácido esquamático é inconstante para esta espécie. Ahti (2000) destaca que a maioria dos espécimes norte americanos possuem ácido esquamático, entretanto nos materiais da área de estudo este parece ser ausente, dado também relatado por Wang *et al.* (2011) para espécimes sul coreanos.

*Cladonia substellata* é a espécie da área de estudo mais próxima a *C. uncialis* (ver comentários em *C. substellata*).

Na região Neotropical, de acordo com Ahti (2000), as espécies mais próximas à *C. uncialis* são *C. peltastica*, *C. spinea* Ahti e *C. steyermarkii* Ahti. Todas estas possuem podécios verde amarelados (com ácido úsnico), ramificados intrincadamente, nunca cifosos, com ápices subulados e amarronzados. Contudo, *C. spinea*, endêmica do escudo das Guianas e arredores, é diferenciada pelas ramificações isotômicas principalmente dicotômicas, raramente tricotômicas, com ramificações apicais agudas de aparência espinhosa e pela superfície corticoide (córtex com 5—7 µm de espessura) (Ahti 1986, 2000). *Cladonia peltastica* possui ramificações dicotômicas, axilas

principalmente fechadas a raramente perfuradas e é endêmica da região amazônica (Ahti 2000). Já *C. steyermarkii* difere pela base necrótica escurecida a marrom avermelhada, pelas ramificações principalmente dicotômicas, pela medula pouco desenvolvida (com até 30 µm de espessura), pela produção de ácido tamnólico e pela coloração intensivamente amarelada, raramente observada em *C. uncialis* (Ahti 1986). Além disso, ocorre em regiões de média a elevada altitude (1000—3300 m) na Guiana e na Venezuela (Ahti 2000).

Assim como em *C. uncialis*, os podécios de *C. amaurocraea* (Flörke) Schaer. são verde amarelados e ramificados. Todavia, em *C. amaurocraea* os podécios são cifosos e há produção de ácido barbático (Brodo *et al.* 2001, Wang *et al.* 2011).

Embora *C. uncialis* tenha sido registrada por Raddi (1822) e por Eschweiler (1833) para o Brasil e por Filippone (1929) para o Uruguai, estes registros não foram considerados por Ahti (2000), para quem esta espécie, na região Neotropical, ocorre somente na República Dominicana. No entanto, Ahti (2000) não fez nenhum comentário sobre os exemplares mencionados para o Brasil e Uruguai e mencionou brevemente, sem explicitar diferenças, que o exemplar da República Dominicana poderia representar um táxon não descrito.

Filippone (1929) fez uma descrição desta espécie para o Uruguai, na qual estão caracteres bastante gerais que tanto podem se referir a *C. uncialis* quanto às espécies acima mencionadas. Entretanto Vainio (1887) fez uma descrição bastante detalhada desta espécie, e incluiu na distribuição geográfica as citações de Raddi (1822) e de Eschweiler (1833) para o Brasil.

*Cladonia uncialis* é uma das espécies mais comuns no Pico da Serra do Tabuleiro/SC, desenvolvendo-se sobre solo e fina camada de sedimentos sobre rochas, chegando a formar aglomerados contínuos de até 5 × 3 m. Contudo, é rara na Serra do Quiriri/SC, onde foi encontrado somente um espécime e provavelmente não ocorre nas demais áreas de estudo.

Distribuição: Cosmopolita (Vainio 1887). Na América do Sul: Brasil (Radii 1822) e Uruguai (Filippone 1929). No Brasil: MG (Eschweiler 1833) e RJ (Radii 1822). Este é o primeiro registro para o Sul do Brasil.

Espécimes examinados: BRASIL. SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, 26°04'40"S e 48°55'57"O, 931 m, 07-V-2011, *A. M. Charnei et al.* 112 (UPCB). Santo Amaro da Imperatriz, Pico Serra do Tabuleiro, 27°49'S e 48°53'O, 1250 m, 13-VIII-2011, *A. M. Charnei et al.* 300, 315, 318, 323, 324, 354 (UPCB).

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem aos biólogos Alice Gerlach, Emerson Gumboski, Flávio Beilke, Vanessa Ariati e Vitor de Freitas Batista pelo auxílio nas coletas. Ao curador do herbário MBM pelo empréstimo dos espécimes solicitados. Aos órgãos ambientais estaduais FATMA (Fundação do Meio Ambiente) e IAP (Instituto Ambiental do Paraná) pelas licenças de coleta concedidas. À CAPES (Coordenadoria de Aperfeiçoamento Pessoal do Ensino Superior) pela concessão de bolsa de Mestrado para a primeira autora.

### **Literatura citada**

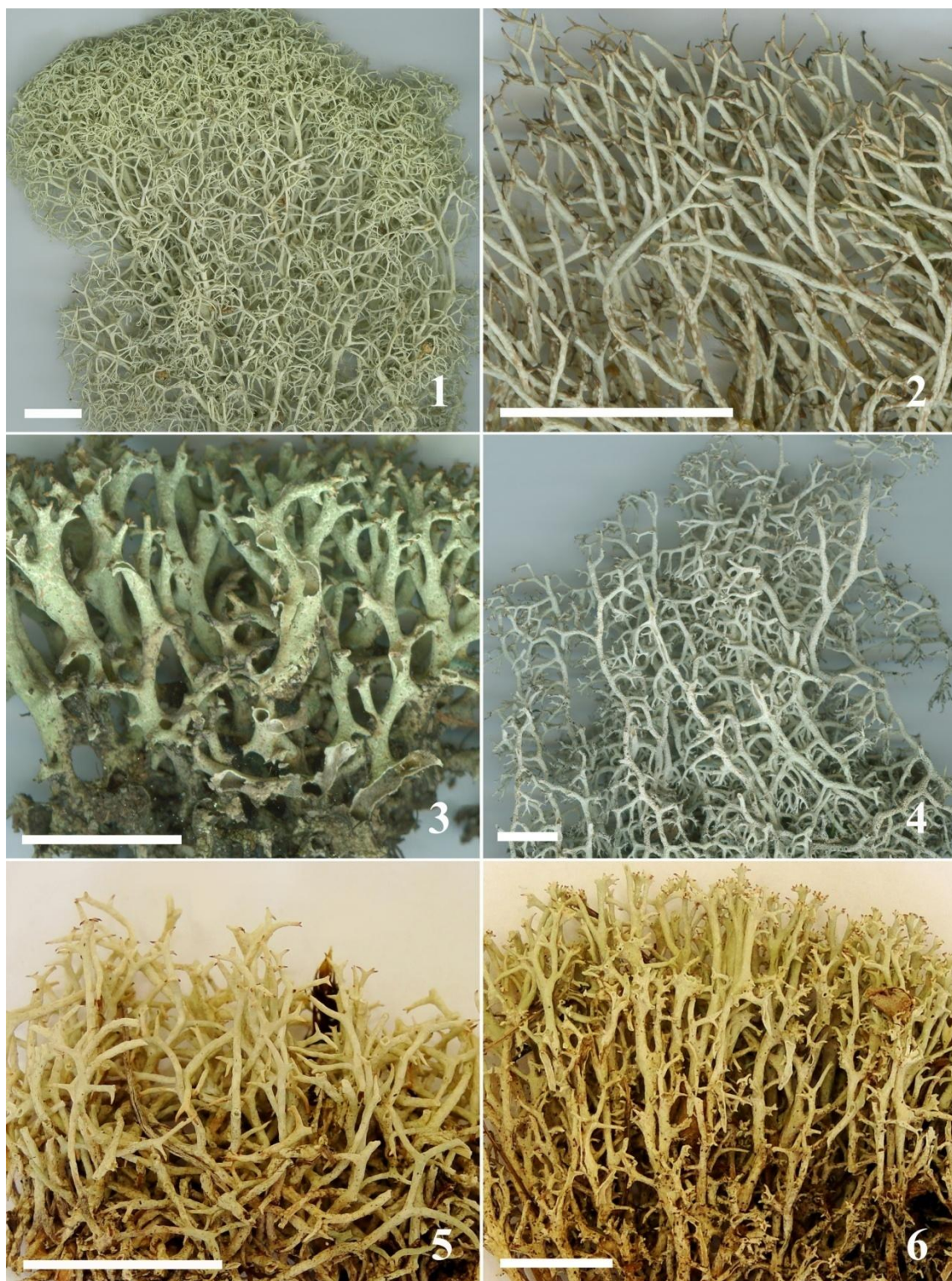
- Ahti, T.** 1961 Taxonomic studies on reindeer lichens (*Cladonia*, Subgenus *Cladina*). Annales Botanici Societatis Zoologic e Botanicæ Fennicæ "Vanamo". Helsinki. 160 p.
- Ahti, T.** 1973. Taxonomic notes on some species of *Cladonia*, subsect. *Uncialis*. Annales Botanici Fennici 10: 163-184.
- Ahti, T.** 1986. New species and nomenclatural combinations in the lichen genus *Cladonia*. Annales Botanici Fennici 23:205-220.
- Ahti, T.** 2000. *Cladoniaceae*. Flora Neotropica 78: 1 362.

- Ahti, T.; Stenroos, S. & Xavier Filho, L.** 1993. The lichen family Cladoniaceae in Paraiba, Pernambuco and Sergipe, Northeast Brazil. *Tropical Bryology* 7: 55-70.
- Brodo, I. M.; Sharnoff, S. D. & Sharnoff, S.** 2001. *Lichens of North America*, New Haven and London, Yale University Press. 795 pp.
- Burgaz, A. R. & Ahti, T.** 2009. Cladoniaceae. *Flora Liquenológica Ibérica*. Volume 4. Sociedad Española de Liquenología (SEL), Madrid. 111 pp.
- Charnei, A. M. & Eliasaro, S.** 2013. Verticillate *Cladonia* species (Lichenized Ascomycota) from high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil. *Hoehnea* 40 (1): 87-97.
- Culberson, C. F. & Ammann, K.** 1979. Standard method zur Dünnschicht chromatographie von Flechtensubstanzen. *Herzogia* 5: 1-24.
- Eliasaro, S.; Gerlach, A. C. L. & Gumboski, E. L.** 2012. Novos registros de fungos liquenizados para o Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira Biociências* 10 (4): 507-512.
- Elix, J. A. & Ernst-Russell, K.D.** 1993. *A Catalogue of Standardized Thin Layer Chromatographic Data and Biosynthetic Relationships for Lichen Substances*. 2<sup>nd</sup> Ed. Australian National University Canberra.
- Filippone, F.** 1929. Contribución a la flora liquenologica del Uruguay. *Revista Chilena Historia Natural*: 33 269-271.
- Eschweiler, F.** 1833. Lichenes. *In*: Martius, C. F. Ph. *Flora Brasiliensis*. Vol. I. Pars Prior. Algae, Lichenes, Hepaticae. Stuttgartiae et Tubingae, p. 53-292.
- Fleig, M.; Ahti, T. & Stenroos, S.** 1995. A família Cladoniaceae (liquens) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Napaea* 11: 1-29.
- Gumboski, E. L. & Eliasaro, S.** 2011. Checklist of lichenized fungi of Santa Catarina State (Brazil). *Mycotaxon* 115: 535.

- Gumboski, E. L. & Eliasaro, S.** 2012. Espécies de *Cladonia* P. Browne (Cladoniaceae, Ascomycota) dos Supergrupos *Cocciferae*, *Crustaceae* e *Perviae* em restingas e costões rochosos do Paraná e Santa Catarina, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 26(3): 619-631.
- Müller, J.** 1891a. Lichenes Schenckianae a cl. Dr. H. Schenck, Bonnensi, in Brasiliae orientalis prov. Santa Catharina, Paraná, Rio de Janeiro, Minas Geraes et Pernambuco lecti. *Hedwigia* 30: 219-234.
- Müller, J.** 1891b. Lichenes Catharinenses a cl. E. Ule in Brasilia prov. Santa Catharina lecti. *Hedwigia* 30: 235-243.
- Osorio, H. S. & Arbelo Martins, C. S.** 1980. Contribution to the lichen flora of Brazil V. Three interesting records from Rio Grande do Sul. *Phytologia* 46 (4):229-230.
- Osyczka, P.** 2006. The lichens genus *Cladonia* (Cladoniaceae, lichenized Ascomycota) from Spitsbergen. *Polish Polar Research* 27 (3): 207-242.
- Radii, G.** 1822. Crittogame Brasiliane racclote e descritte. Societa Italiana delle Scienze.
- Santesson, R.** 1942. The South American Cladinae. *Arkiv för Botanik* 30A (10): 1-27.
- Sipman, H. J M. & Aptroot, A.** 1992. Results of a botanical expedition to Mount Roraima, Guyana. II. Lichens. *Tropical Bryology* 5: 79-107.
- Stenroos, S., Hyvonen, J., Myllys, L., Thell, A. & Ahti, T.** 2002a. Phylogeny of the genus *Cladonia* s.lat. (Cladoniaceae, Ascomycetes) inferred from molecular, morphological, and chemical data. *Cladistics* 18: 237–278.
- Stenroos, S.; Myllys, L.; Thell, A. & Hyvonen, J.** 2002b. Phylogenetic hypothesis: Cladoniaceae, Stereocaulaceae, Baeomycetaceae, and Icmadophilaceae revisited. *Mycological Progress* 1(3): 267-282.
- Swinscow, T. D. V. & Krog, H.** 1988. Macrolichens of East Africa. British Museum (Natural History), London. 390 pp.
- Taylor, C. J.** 1967. The lichens of Ohio. Part I. Foliose lichens. The Ohio Biological Survey. The Ohio State University Press, Columbia.

- Taylor, C. J.** 1968. The lichens of Ohio. Part II. Fruticose lichens. The Ohio Biological Survey, The Ohio State University Press, Columbia.
- Vainio, E. A.** 1887. Monographia Cladoniarum Universalis. I. Acta Societatis Pro Flora et Fauna Fennica, v. 4. 509 pp.
- Wang, X. Y.; Joshi, Y. & Hur, J. S.** 2011. The genus *Cladonia* (lichenized *Ascomycota*, *Cladoniaceae*) in South Korea. Mycotaxon 117: 405-422.





Figuras 1-6: 1- *Cladonia confusa* (A. M. Charnei et al. 276 ). 2- *C. consimilis* (A. M. Charnei et al. 217). 3- *C. divaricata* (A. M. Charnei et al. 31). 4- *C. kalbii* (A. M. Charnei et al. 404). 5- *C. substellata* (A. M. Charnei et al. 81). 6- *C. uncialis* (A. M. Charnei et al. 315). Escala = 1 cm.

Capítulo 08, a ser submetido à revista *Hoehnea*.

**Espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Cocciferae* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil**

Ana Marcia Charnei<sup>1,2</sup> & Sionara Eliasaro<sup>1</sup>

**Título resumido: *Cladonia* do Supergrupo *Cocciferae* da Serra do Mar no Sul do Brasil**

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná, Departamento de Botânica, Laboratório de Liquenologia, 81531-970, Curitiba, PR, Brasil. Caixa Postal 19031.

<sup>2</sup>Autor para correspondência: [acharnei@yahoo.com.br](mailto:acharnei@yahoo.com.br)

**RESUMO** -(Espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Cocciferae* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil). Em um levantamento das espécies de *Cladonia* ocorrentes em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil, foram encontradas dez espécies do Supergrupo *Cocciferae*, dentre elas *C. anaemica* é nova ocorrência para o Sul do Brasil; *C. coccifera* e *C. macilentoides* são novas para os Estados do Paraná e Santa Catarina; *C. secundana* é nova para o Paraná, assim como *C. meridionalis* é para Santa Catarina. São mencionadas pela primeira vez a forma e as dimensões dos ascósporos de *C. ahtii* e *C. meridionalis*. Também são fornecidas chave de identificação, descrições detalhadas, comentários e ilustrações.

Palavras-chave: Fungos liquenizados, Paraná, Santa Catarina, taxonomia.

**ABSTRACT** – (*Cladonia* species of the *Cocciferae* Supergroup from high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil). In a survey of the species of *Cladonia* occurring in high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil, ten species of the *Cocciferae* Supergroup were found, among them *C. anaemica* is new occurrence for Southern Brazil; *C. coccifera* and *C. macilentoides* are new to Paraná and Santa Catarina states; *C. secundana* is new to Paraná, as well *C. meridionalis* is new to Santa Catarina. Are recorded for the first time the shape and sizes of the ascospores of *C. ahtii* and *C. meridionalis*. Their detailed descriptions, an identification key, illustrations and taxonomical remarks are provided.

Key words: Lichenized fungi, Paraná, Santa Catarina, taxonomy.

## Introdução

Neste trabalho é finalizada uma série de estudos referentes às espécies de Cladoniaceae que ocorrem em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil (Charnei & Eliasaro 2013a, b, c, d, e, f, g). São apresentadas as espécies do Supergrupo *Cocciferae* (Stenroos *et al.* 2002), as quais devido a produção de ácido rodocladônico, possuem discos himeniais vermelhos, raramente ocre e a medula laranja em várias espécies (Ahti & Stenroos 1986). Os podécios podem ser subulados ou cifosos, mas sempre com as axilas fechadas e ocorre produção de  $\beta$ - orcinol depsídios (Stenroos *et al.* 2002, Burgaz & Ahti 2009).

Para o Sul do Brasil são conhecidas dez espécies de *Cladonia* deste Supergrupo (Müller 1891a, b, Stenroos 1989b, Fleig *et al.* 1995, Ahti 2000, Gumboski & Eliasaro 2011, 2012, Eliasaro *et al.* 2012). Contudo, não há qualquer registro destas espécies para ambientes de altitude da Serra do Mar.

## Materiais e Métodos

A área de estudo, bem como seus dados geográficos e climáticos são descritos em Charnei & Eliasaro (2013b). Em laboratório, os materiais após serem secos em temperatura ambiente ou em estufa a baixa temperatura, foram herborizados e incorporados ao Herbário UPCB da Universidade Federal do Paraná. Também foram estudados espécimes dos herbários MBM e SP.

As análises morfológicas foram realizadas sob microscópio estereoscópico (20-50 $\times$ ) e para as análises anatômicas, cortes feitos à mão livre, foram observados sob microscópio óptico (400-1000 $\times$ ), ambos com ocular com retículo graduado. Para a identificação de metabólitos secundários de importância taxonômica foram utilizados: testes de coloração de córtex e medula, observação do talo sob lâmpada UV (Taylor 1967, 1968) e cromatografia em camada delgada (CCD) seguindo Culberson & Ammann (1979) e Elix & Ernst-Russell (1993).

## Resultados e Discussão

Em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil foram encontradas dez espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Cocciferae*: *C. ahtii* S. Stenroos, *C. anaemica* (Nyl.) Ahti, *C. coccifera* (L.) Willd., *C. didyma* (Fée) Vain., *C. macilenta* Hoff., *C. macilentoides* Ahti & Fleig, *C. maculata* Charnei & Eliasaro, *C. meridionalis* Vain., *C. miniata* G. Mey. e *C. secundana* Nyl.

*Cladonia anaemica* é registrada pela primeira vez para a região Sul do Brasil. Para o Estado do Paraná são feitos os primeiros registros de *C. coccifera*, *C. macilentoides* e *C. secundana*, enquanto que para Santa Catarina são realizadas as primeiras citações de *C. coccifera*, *C. macilentoides* e *C. meridionalis*.

### Chave artificial para espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Cocciferae* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil

#### 1. Esquâmulas primárias sorediadas

2. Esquâmulas primárias arredondadas, sorédios marginais ..... *C. ahtii*

2. Esquâmulas primárias alongadas, sorédios na superfície inferior das esquâmulas  
..... *C. meridionalis*

#### 1. Esquâmulas primárias esorediadas

3. Podécios cifosos ..... *C. coccifera*

3. Podécios acifosos

4. Medula laranja, ao menos em parte

5. Podécios regularmente presentes, bem desenvolvidos, maculados, com ácido úsnico  
..... *C. maculata*

5. Podécios geralmente ausentes, pouco desenvolvidos, nunca maculados, sem ácido úsnico

6. Medula completamente laranja, margens das esquâmulas primárias granulosa  
..... *C. miniata*

6. Medula branca sempre com manchas vermelho alaranjadas no ápice das  
esquâmulas primárias, margens sem grânulos ..... *C. anaemica*
4. Medula branca
7. Superfície do podécio corticada ..... *C. secundana*
7. Superfície do podécio ecorticada
8. Superfície do podécio granulosa ..... *C. didyma*
8. Superfície do podécio sorediada
9. Podécios com 0,3—2,1 cm de altura, base não escurecida, com ácidos  
barbático e didímico ..... *C. macilenta*
9. Podécios com 2,3—7,8 cm de altura, base geralmente escurecida, ácidos  
barbático e didímico ausentes ..... *C. macilentoides*

*Cladonia ahtii* S. Stenroos, Ann. Bot. Fenn. 26: 252 (1989). Tipo: BRASIL. RIO GRANDE DO  
SUL: Viamão, 1980, *Osorio 7794* (holótipo H; isótipo MVM, US).

#### Figura 1

Talo primário: persistente, composto por esquâmulas arredondadas, 0,6—2,1 mm de comprimento  
× 0,5—3,0 mm de largura, ascendentes, margens inteiras, algumas vezes recortadas, sem rizinas,  
com sorais lineares que se estendem por toda a margem, sorédios farinosos, abundantes, variando  
de esbranquiçados a amarronzados; superfície superior corticada, verde oliva a verde amarronzada,  
verrucosa, algumas vezes com sorais orbiculares de até 0,5 mm de diâmetro, pruína ausente;  
superfície inferior ecorticada, porém com pontuações corticadas em esquâmulas que estão muito  
recurvadas, branca a amarelada, aracnoide, sem venações; córtex 90—220 µm de espessura; medula  
(120—) 300—550 µm de espessura, branca; picnídios laminais ou, principalmente, marginais,  
piriformes, vermelhos a vermelho enegrecidos, mucilagem avermelhada; conídios falciformes, 6—8  
× 1 µm. Talo secundário: frequente, principalmente laminais, pouco desenvolvidos com até 5,0 mm  
de altura e 1,0 mm de espessura, verde oliva a verde amarronzado, acifoso, subulado a capitado,

simples, sem perfurações, sem base melanótica; superfície corticada, rugosa, sorédios, grânulos e esquâmulas ausentes; córtex 100—150 µm espessura; medula 300—450 µm espessura, branca; estereoma ausente; canal central irregular com feixes longitudinais; discos himeniais vermelhos, sésseis nas esquâmulas primárias ou no ápice dos podécios, com até 4,0 mm de diâmetro; ascósporos elipsoides,  $8-10 \times 3-4$  µm; picnídios ausentes.

Química: Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácidos barbático, didímico e traços de ácido 4'-O-metilnorsequeicáico. Discos himeniais com ácido rodocladônico.

Comentários: *Cladonia ahtii* é caracterizada pelas esquâmulas primárias arredondadas, com medula branca e sorédios farinosos a sub-granulosos nas margens (Stenroos 1989b) e/ou na superfície superior das mesmas (Gumboski & Eliasaro 2012). Os podécios são corticados e não possuem estereoma (Stenroos 1989b, Ahti 2000).

*Cladonia ahtii* é similar a *C. meridionalis* pelas esquâmulas primárias sorediadas e com medula branca. No entanto, estas espécies são diferenciadas pela forma das esquâmulas e pela disposição dos sorédios. Enquanto em *C. ahtii* as esquâmulas são arredondadas e os sorédios marginais, em *C. meridionalis* as esquâmulas são alongadas e os sorédios estão dispersos por toda a superfície inferior das esquâmulas primárias.

Devido à produção de grânulos nas margens das esquâmulas primárias *C. miniata* pode lembrar *C. ahtii*, uma vez que esta produz sorédios que variam de farinosos a sub-granulosos (Stenroos 1989b). Todavia, são facilmente diferenciadas pela cor da medula, laranja em *C. miniata* e branca em *C. ahtii*.

Embora Ahti (2000), comente que *C. ahtii* ocorre do nível do mar até 900 metros de altitude, neste trabalho constatou-se que sua amplitude altitudinal é maior, visto que os espécimes foram coletados a uma altitude de até 1200 metros. Todos os exemplares da área de estudo são corticícolas ou lignícolas e foram encontrados desenvolvendo-se principalmente isolados de outras espécies de *Cladonia* ou juntamente com *C. miniata*.



Distribuição: América do Sul, no Brasil, Paraguai, Uruguai e Venezuela (Stenroos 1989b). No Brasil: BA, MG (Ahti 2000), PR (Stenroos *et al.* 2002), RS (Stenroos 1989b), SC (Osorio 1997) e SP (Stenroos 1989b).

Espécimes examinados: BRASIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra Virgem Maria, 1200 m, 31-I-04, *C. G. Donha 1728* (UPCB). Morretes, Serra Marumbi, 1100 m, 19-I-1995, *O. S. Ribas et al. 779* (MBM); Serra da Graciosa, 25-XI-1999, *S. Eliasaro & T. Ahti s.n.* (UPCB); 24-VI-2003, *P.W Veiga 189, 194* (UPCB). SANTA CATARINA: Campo Alegre, Serra do Quiriri, 26°00'52"S e 49°00'39"O, 900 m, 26-XII-2011, *E. Gumboski & F. Beilke 3259, 3260* (UPCB). Joinville, Serra Dona Francisca, 900 m, 04-V-2010, *F. Beilke et al. 58* (UPCB).

***Cladonia anaemica*** (Nyl.) Ahti, Fl. Neotrop., Monogr. 78: 180 (2000). Tipo: BRASIL. Localidade e coletor desconhecidos (lectótipo designado por Stenroos 1989b, H-NY 37851; isolectótipo M).

## Figura 2

Talo primário: persistente, parte predominante do talo, composto por esquâmulas lobadas, pouco recortadas, 0,4—5,0 mm de comprimento  $\times$  1,1—3,8 mm de largura, ascendentes, sorédios e grânulos ausentes, margens lisas a levemente crenadas, sem rizinas; superfície superior corticada, verde oliva a verde amarronzada, verrucosa, cartilaginosa, levemente lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, com pontuações corticadas em esquâmulas bastante recurvadas, branca a amarronzada, com manchas vermelho alaranjadas nas extremidades, aracnoide, sem venações; córtex 70—200  $\mu$ m de espessura; medula 90—300  $\mu$ m de espessura, branca com manchas laranjadas nas extremidades; picnídios frequentes, vermelhos a amarronzados, laminais, cilíndricos a piriformes, mucilagem vermelha; conídios falciformes, 6—8  $\times$  1  $\mu$ m. Talo secundário: infrequente, pouco desenvolvido, com até 4,0 mm de altura, 0,6—1,0 mm de espessura, verde a verde oliva, simples a pouco ramificado, com até três ramificações, ápices clavados, acifoso, sem base melanótica, perfurações ausentes; superfície corticada, quebrada, sorédios e grânulos ausentes,



esquâmulas escassas, com até 1,8 mm de comprimento, distribuídas aleatoriamente pelo podécio; córtex 30—70 µm de espessura; medula 30—70 µm de espessura, geralmente branca a ocasionalmente branca com manchas alaranjadas; estereoma 220—400 µm de espessura, hialino, mal delimitado; canal central sulcado; discos himeniais vermelhos, apicais, imaturos; ascósporos ausentes; picnídios ausentes.

Química: Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácidos barbático, 4-O-dimetilbarbático, rodocladônico e uma substância não identificada com Rf C aproximado de 23.

Comentários: As esquâmulas primárias lobadas, com medula branca e com manchas vermelhas nas extremidades, bem como os podécios cilíndricos e corticados são as principais características de *C. anaemica* (Ahti 2000).

Em *C. maculata*, ocasionalmente ocorrem esquâmulas primárias com medula branca e com manchas alaranjadas, e por isso pode ser confundida com *C. anaemica*. No entanto, em *C. maculata* as esquâmulas primárias são maiores (com até 1,0 cm de comprimento × 1,3 cm de largura), os podécios são maculados e sem estereoma e há produção de ácido úsnico (Charnei & Eliasaro 2013d).

*Cladonia miniata* e *C. parvipes* (Vain.) S. Stenroos diferem de *C. anaemica* pela medula totalmente laranja e pela produção de grânulos na margem das esquâmulas primárias (Ahti 2000). *Cladonia salmonea* S. Stenroos, além ser diferenciada pela medula totalmente laranja, sintetiza ácido úsnico, metabólito ausente em *C. anaemica* (Ahti 2000).

De acordo com Ahti (2000), esta espécie produz ácido barbático ou ácido sequicáico como compostos principais. Nos espécimes da área de estudo constatamos somente ácido barbático, associado a outros compostos minoritários.

Esta espécie é pouco frequente na área de estudo, onde foram encontrados somente dois espécimes desenvolvendo-se em fina camada de sedimentos sobre rochas.

Distribuição: Brasil: MG (Ahti 2000) e SP (Stenroos 1989b – como *C. miniata* var. *anaemica* (Nyl.) Zahlbr.). Este é o primeiro registro para a região Sul do Brasil.

Espécimes examinados: BRASIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra Virgem Maria, 1420 m, 31-I-2004, *C. G. Donha 1758* (UPCB). SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, 26°04'43"S e 48°55'23"O, 900 m, 07-V-2011, *A. M. Charnei et al. 101* (UPCB).

Espécimes adicionais examinados: BRASIL. MINAS GERAIS: Barbacena, Parque Natural do Caraça, 04-VII-1993, *M. P. Marcelli, T. Ahtii & O. Yano 28160* (SP)

*Cladonia coccifera* (L.) Willd., Fl. Berol. Prodr. 252 (1787). Tipo: SUÉCIA?, Hb. Linnaeus, 1273.215 (lectótipo designado por Ahti, 1993 e Jørgensen *et al.* 1994, LINN).

### Figura 3

Talo primário: persistente composto por esquâmulas principalmente lobadas a ocasionalmente laciniadas, pouco recortadas, 0,5—4,0 mm de comprimento × 0,4—3,0 mm de largura, sorédios ausentes, grânulos principalmente ausentes a ocasionalmente presentes, margens lisas a levemente crenadas, sem rizinas; superfície superior corticada, esverdeada a verde amarelada, lisa, levemente lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca com manchas marrons alaranjadas na base, aracnoide, sem venações; córtex 30—50 µm de espessura; medula 110—280 µm de espessura, branca; picnídios ausentes. Talo secundário: 0,6—2,8 cm de altura, 0,9—2,6 mm de espessura, verde amarelado, ápices regularmente cifosos, cifas com até 7,0 mm de diâmetro, geralmente simples, algumas vezes com até seis ramificações marginais, perfurações raras no centro das cifas, sem base melanótica, porém algumas vezes alaranjadas; superfície corticada areolada na base do podécio, sorédios ausentes, grânulos abundantes que se desprendem facilmente, geralmente menos abundantes dentro de cifas bem desenvolvidas; esquâmulas com até 2,5 mm de comprimento, localizadas na base do podécio; córtex (0—) 20—40 µm de espessura; medula

90—250 µm de espessura, branca; estereoma 60—110 µm de espessura, amarelado, mal delimitado; canal central sulcado; discos himeniais vermelhos, infrequentes, nas margens das cifas, com até 2,1 mm de diâmetro; ascósporos elipsoides,  $8\text{—}10 \times 3\text{—}4$  µm; picnídios infrequentes, na margem das cifas, vermelhos a amarronzados, globosos a dolioliformes, mucilagem vermelha; conídios falciformes,  $5\text{—}6 \times 1$  µm.

Química: Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácido úsnico e zeorina. Discos himeniais com ácido rodocladônico.

Comentários: Esta espécie é caracterizada pelos podécios cifosos, totalmente corticados ou com córtex somente na base e com a parte superior granulosa (Vainio 1887), bem como pela produção de ácido úsnico e zeorina (Stenroos 1989a).

Morfologicamente *C. borealis* S. Stenroos é a espécie que mais se assemelha a *C. coccifera* (Stenroos 1989a). No entanto, possui química distinta, produzindo ácidos úsnico, barbático e 4-O-dimetilbarbático (Ahti 2000, Burgaz & Ahti 2009).

*Cladonia diversa* Asperges, além de possuir podécios cifosos, possui a mesma química de *C. coccifera*. Contudo são diferenciadas pela superfície do podécio, que é ecorticada e com grande quantidade de esquâmulas aplanadas na primeira, ao passo que na segunda os podécios são corticados, ao menos na base, e com esquâmulas mais convexas (Burgaz & Ahti 2009). Além do mais, Stenroos (1989a) destaca que o tamanho das cifas não ultrapassa 0,5 cm de largura em *C. diversa*, enquanto que pode chegar a 1,5 cm de largura em *C. coccifera*.

*Cladonia pleurota* (Flörke) Schaer. também possui podécios cifosos e produz ácido úsnico e zeorina. Porém, seus podécios são sorediados (Stenroos 1989a), enquanto que em *C. coccifera* os sorédios nunca são observados.

Embora não encontrada na maioria dos pontos estudados, *C. coccifera* é uma das espécies mais comuns no Morro Anhangava/PR. Geralmente se desenvolvendo sobre fina camada de sedimentos sobre rocha em lugares bastante expostos a luz solar.

Distribuição: Cosmopolita (Vainio 1887). Na América do Sul: Argentina (Calvelo & Liberatore 2002), Brasil (Fleig *et al.* 1995, como *C. pleurota*), Chile (Ahti & Kashiwadani 1984), Colômbia, Equador (Ahti 2000) e Venezuela (Lopez-Figueiras 1986). No Brasil: BA, ES, MG, RJ (Ahti 2000), RS (Fleig *et al.* 1995, como *C. pleurota*) e SP (Ahti 2000). Este é o primeiro registro para o PR e SC.

Espécimes examinados selecionados: BRASIL. PARANÁ: Serra do Ibitiraquire, Campina Grande do Sul, Morro Tucum, 16-VI-2006, *E. Barbosa & E. Marinero 1420* (MBM); Morro Caratuva, 25°24'S e 48°49'O, 1850 m, 06-VII-2011, *A. M. Charnei et al. 191* (UPCB). Quatro Barras, Serra da Baitaca, Morro Anhangava, 25°23'S e 49°00'O, 1420 m, 14-VII-2011, *A. M. Charnei et al. 234, 241, 247, 283* (UPCB); Morro Mãe Catira, 12-VIII-1989, *R. Kummrov & J. Cordeiro 3182* (MBM). Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos Perdidos, 25°53'02"S e 48°57'35"O, 1260 m, 15-IV-2011, *A. M. Charnei et al. 34, 74* (UPCB). SANTA CATARINA: Campo Alegre, Serra do Quiriri, 26°01'35"S e 26°01'35"O, 1200 m, 19-XI-2012, *A. M. Charnei et al. 587* (UPCB).

***Cladonia didyma*** (Fée) Vain., Acta Soc. Fauna Fl. Fenn. 4: 137 (1887). Tipo: REPÚBLICA DOMINICANA. SANTO DOMINGO, *Poiteau s.n.* (lectótipo, designado por Ahti, 1993, G; isoelectótipos, G, PC-Montagne, UPS).

#### Figura 4

Talo primário: persistente a evanescente, composto por esquâmulas frequentemente laciniadas a raramente lobadas, 0,6—1,2 mm de comprimento × 0,4—0,7 mm de largura, sorédios e grânulos ausentes, margens levemente crenadas, sem rizinas; superfície superior corticada, verde a verde acinzentada, lisa, levemente lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca, algumas vezes com manchas marrons alaranjadas na base das esquâmulas, aracnoide, sem venações; córtex 30—60 µm de espessura; medula 60—120 µm de espessura, branca; picnídios ausentes. Talo secundário: 0,6—2,7 cm de altura, 0,4—1,2 mm de espessura, cinza esbranquiçado, algumas vezes

cinza enegrecido, simples a pouco ramificado, com até quatro ramificações na metade superior do podécio, ápices subulados, acifoso, base não melanótica, mas algumas vezes amarronzada, perfurações geralmente ausentes, presentes quando discos himeniais mais desenvolvidos se rompem; superfície ecorticada, raramente com base corticada, estereoma frequentemente exposto, sorédios ausentes, grânulos presentes distribuídos aleatoriamente pelo podécio, esquâmulas laciniadas, geralmente recortadas, com até 1,2 mm de comprimento, abundantes principalmente na metade inferior do podécio e próximo aos discos himeniais; medula 0—90 µm de espessura, branca; estereoma 80—280 µm de espessura, hialino a amarronzado, bem delimitado; canal central ranhurado; discos himeniais vermelhos, frequentes, apicais, isolados ou aglomerados, com até 3,2 mm de diâmetro; ascósporos fusiformes  $9\text{—}13 \times 4\text{—}5$  µm; picnídios ausentes.

Química: Testes de coloração: K+ amarelo ou K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácidos barbático, didímico, tamnólico e dois compostos não identificados com rf C aproximados de 20 e 40. Discos himeniais com ácido rodocladônico.

Comentários: Os exemplares aqui incluídos sob o nome *C. didyma* possuem em comum todos os caracteres utilizados por Vainio (1887), Fleig *et al.* (1995) e Ahti (2000) na caracterização desta espécie, ou seja, possuem o talo primário composto por esquâmulas inconspícuas, frágeis, laciniadas e podécios cilíndricos, acifosos, ecorticados, granulosos e esquamulosos, com o estereoma geralmente exposto. No entanto, observamos nos espécimes analisados uma ampla variação morfológica, dado também relatado por Gumboski & Eliasaro (2012) para espécimes provenientes de costões rochosos e restingas dos Estados do Paraná e Santa Catarina. Em alguns espécimes (e. g. *A. M. Charnei et al.* 76 e 266) os podécios são totalmente enegrecidos, enquanto que em outros, além de enegrecidos, também são mais espessos e mais ramificados. Desse modo, concordamos com Gumboski & Eliasaro (2012) e também consideramos que *C. didyma* represente um complexo de espécies, o que foi, em parte, corroborado por Dal-Forno (dados não publicados),

que através de análises moleculares constatou que os espécimes com podécio enegrecido (*A. M. Charnei* 76 e 266) corresponderiam a uma outra espécie, mais relacionada a *C. macilenta*.

*Cladonia macilenta* assemelha-se a *C. didyma* pelos podécios simples a pouco ramificados, com ápices geralmente subulados, ecorticados e acifosos, além de produzir os mesmo compostos químicos (Ahti 2000). Por outro lado, enquanto em *C. didyma* a superfície é granulosa e esquamulosa, em *C. macilenta* esta é densamente coberta por sorédios de aspecto farinoso, não deixando o estereoma exposto.

Espécimes estéreis são facilmente confundidos com *C. furfuracea* Vain. pelos podécios ecorticados, esquamulosos e com o estereoma frequentemente exposto. No entanto, *C. didyma* possui podécios acifosos e produz ácido barbático e/ou ácido didímico, enquanto que *C. furfuracea* possui o podécio geralmente cifoso e produz ácido fumarprotocetrárico.

Gumboski & Eliasaro (2012) não encontraram ácido tamnólico em exemplares provenientes de costões rochosos e restingas dos Estados do Paraná e Santa Catarina, enquanto que este composto mostrou-se bastante comum nos espécimes de altitude destes mesmos Estados.

*Cladonia didyma* ocorre desde o nível do mar até ambientes com mais de 3000 metros de altitude (Ahti 2000). Na área de estudo é bastante comum, ocorrendo principalmente entremeada com briófitas sobre rochas ou solo. Também pode ocorrer em madeira em decomposição e fina camada de sedimentos sobre rochas, geralmente em locais abertos, bastante expostos a luz solar, tanto isoladamente quanto ao lado ou até mesmo entremeada com *Cladia aggregata* (Sw.) Nyl., *Cladonia furfuracea* e *C. subradiata* (Vain.) Sandst.

Distribuição: Pantropical (Wang *et al.* 2011). Oceania, Ásia, África (Vainio 1887), América do Norte (Fulford 1937), América Central (Vainio 1887) e América do Sul, na Argentina (Calvelo & Liberatore 2002), Bolívia (Ahti 2000), Brasil (Krempelhuber 1876, como *C. muscigena* Eschw.), Chile (Crombie 1876, como *C. melanodes* Nyl.), Colômbia, Equador (Ahti 2000), Guiana (Sipman 1990), Paraguai, Peru, Suriname (Ahti 2000), Uruguai (Osorio 1967) e Venezuela (Ahti 2000). No

Brasil: AM, BA, DF, ES (Ahti 2000), MG (Vainio 1887), MT, PA, PR (Ahti 2000), PE (Ahti *et al.* 1993), RJ (Krempelhuber 1876, como *C. muscigena*), RN (Ahti *et al.* 1993), RR (Ahti 2000), RS (Osorio & Fleig 1988), RO (Ahti 2000), SC (Müller 1891a, como *C. muscigena*), SE (Ahti *et al.* 1993) e SP (Marcelli 1990).

Espécimes examinados selecionados: BRASIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Morro Caratuva, 25°24'S e 48°49'O, 1850 m, 06-VII-2011, A. M. Charnei *et al.* 178 (UPCB); Morro do Getúlio, 25°14'S e 48°50'O, 1230 m, 06-VII-2011, A. M. Charnei *et al.* 133 (UPCB). Quatro Barras, Serra da Baitaca, Morro Mãe Catira, 12-VIII-1989, R. Kummrov & J. Cordeiro 3194 (MBM). Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos Perdidos, 25°53'02"S e 48°57'35"O, 1260 m, 15-IV-2011, A. M. Charnei *et al.* 60, 63, 70, 76, 84 (UPCB). SANTA CATARINA: Campo Alegre, Serra do Quiriri, 26°01'35"S e 26°01'35"O, 1300 m, 03-II-2012, E. Gumboski *et al.* 3277 (UPCB); *ibid.* 19-XI-2012, A. M. Charnei *et al.* 598 (UPCB). Joinville, Serra Dona Francisca, 900 m, 04-V-2011, F. Beilke *et al.* 36, 128 (UPCB). Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S e 48°53'O, 1250 m, 13-VIII-2011, A. M. Charnei *et al.* 266, 299, 338 (UPCB).

***Cladonia macilenta*** Hoffm., Deutschl. Fl. 2: 126, 1796. Tipo: ALEMANHA, Niedersachsen, Oldenburg, Litteler Fuhrenkamp, 1919, *Sandstede*, Cladon. Exs. 477 (holótipo, UPS; isótipos, FH, UPS).

#### Figura 5

Talo primário: persistente, composto por esquâmulas lobadas, recortadas, 0,3—0,9 mm de comprimento × 0,2—0,6 mm de largura, sorédios e grânulos ausentes, margens lisas a levemente crenadas, sem rizinas; superfície superior corticada, verde acinzentada, lisa, levemente lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca, algumas vezes com manchas alaranjadas na base, aracnoide, sem venações; córtex 15—35 µm de espessura; medula 70—110 µm de espessura,

branca; picnídios ausentes. Talo secundário: 0,3—2,1 cm de altura, 0,5—1,4 mm de espessura, esbranquiçado a acinzentado, simples, raramente pouco ramificado, ápices subulados, acifoso, sem base melanótica, perfurações ausentes; superfície ecorticada, raramente com a base corticada, coberta por sorédios farinosos, grânulos ausentes, esquâmulas laciniadas com até 0,7 mm de comprimento, escassas, basais; medula 20—45 µm de espessura, branca; estereoma 60—130 µm de espessura, hialino, bem delimitado; canal central sulcado e levemente papilado; discos himeniais vermelhos, infrequentes, apicais, com até 1,8 mm de diâmetro; ascósporos fusiformes, 11—13 × 3 µm; picnídios ausentes.

Química: Testes de coloração: K- ou K+ amarelo, C-, KC-, UV-. CCD: ácidos tamnólico, barbático e didímico. Discos himeniais com ácido rodocladônico.

Comentários: De acordo com Vainio (1887), *C. macilenta* é caracterizada pelos podécios cilíndricos, acifosos, recobertos pelos sorédios farinosos. Quanto à composição química, pode produzir ácido tamnólico, barbático e didímico como compostos principais (Ahti 2000).

*Cladonia macilentoides* é muito semelhante a *C. macilenta* pelos podécios acifosos, ecorticados e sorediados. Todavia, difere de *C. macilenta* pelos podécios maiores e mais ramificados, com a base geralmente escurecida e pela ausência dos ácidos barbático e didímico (Fleig *et al.* 1995, Ahti 2000).

*Cladonia florkeana* (Fr.) Flörke possui podécios corticados e com sorédios granulados (Brodo *et al.* 2001), ao passo que em *C. macilenta* os podécios são totalmente ecorticados a corticados somente na base e os sorédios são farinosos.

*Cladonia weymouthii* F. Wilson ex A. W. Archer lembra *C. macilenta* por possuir podécios densamente cobertos por sorédios farinosos e por produzir os mesmos compostos químicos, porém difere pelos podécios cifosos e corticados até cerca um terço do podécio (Archer 1992).

Como a maioria dos espécimes de *C. macilenta* da área de estudo não possuem discos himeniais, morfologicamente podem ser confundidos com podécios subdesenvolvidos (acifosos) de



*C. subradiata* (Vain.) Sandst., uma vez que em ambas as espécies os podécios são principalmente ecorticados e sorediados. No entanto, são diferenciadas quimicamente, enquanto *C. macilenta* produz ácidos tamnólico, barbático e didímico, *C. subradiata* invariavelmente produz ácido fumarprotocetrárico como principal metabólito secundário.

*Cladonia macilenta* ocorre desde o nível do mar até altitudes superiores a 3500 metros (Ahti 2000). Na área de estudo é pouco comum, geralmente ocorrendo sobre córtex ou lenho em decomposição, mas também podendo ser muscícola. Foi encontrada desenvolvendo-se frequentemente isolada de outras espécies de fungos liquenizados, sendo que somente alguns espécimes desenvolviam-se ao lado de espécimes de Parmeliaceae.

Distribuição: Cosmopolita. Oceania, Ásia (Vainio 1887), Europa (Crombie 1883), África (Müller 1884), América do Norte (Vainio 1887), América Central (Ahti 2000) e América do Sul (Vainio 1887), na Argentina (Müller 1889), Brasil (Vainio 1887), Chile (Ahti & Kashiwadani 1984), Colômbia (Vainio 1887, como *C. floerkeana* subsp. *bacillaris* var. *fruticulescens* Vain.), Equador, Paraguai, Uruguai (Ahti 2000) e Venezuela (Vainio 1887, como *C. floerkeana* subsp. *bacillaris* var. *clavata* subvar. *elegantior* Vain.). No Brasil: ES (Ahti 2000), MG (Vainio 1887), PR, RJ (Ahti 2000), RS (Osorio & Fleig 1982), SC e SP (Ahti 2000).

Espécimes examinados: BRASIL. PARANÁ: Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos Perdidos, 25°53'02"S e 48°57'35"O, 980 m, 04-VI-1998, *E. P. Santos & C. M. S. Coimbra* 497 (UPCB); 1260 m, 31-VIII-2002, *S. Eliasaro* 2375; *ibid.* 15-IV-2011, *A. M. Charnei et al.* 64 (UPCB). SANTA CATARINA: Campo Alegre, Serra do Quiriri, 1300 m, 29-IX-2001, *O. S. Ribas, J. M. Silva & E. Barbosa* 3693 (MBM); 900 m, 07-I-2012, *E. Gumboski & F. Beilke* 3229 (UPCB); 26°01'35"S e 26°01'35"O, 1200 m, 19-XI-2012, *A. M. Charnei et al* 593, 597(UPCB). Joinville, Serra Dona Francisca, 900 m, 04-V-2010 *F. Beilke et al.* 30, 61 (UPCB).

*Cladonia macilentoides* Ahti & Fleig, Napaea 11: 14, 1995. Tipo: BRASIL. RIO GRANDE DO SUL: Cambará do Sul, Parque Nacional dos Aparados da Serra, Itaimbezinho, próx. prédio administrativo, 900 m, 1989, *Fleig 3601* (holótipo ICN 71921; isótipo H).

#### Figura 6

Talo primário: geralmente evanescente, composto por esquâmulas geralmente laciniadas a ocasionalmente lobadas, recortadas, 0,5—1,4 mm de comprimento × 0,3—0,6 mm de largura, sorédios e grânulos ausentes, margens crenadas, sem rizinas; superfície superior corticada, verde acinzentada, lisa, levemente lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca, algumas vezes com manchas marrom alaranjadas na base, aracnoide, sem venações; córtex 20—45 µm de espessura; medula 55—100 µm de espessura, branca; picnídios ausentes. Talo secundário: 2,3—7,8 cm de altura, 1,1—2,9 mm de espessura, cinza esbranquiçado, simples a pouco ramificado, ramificações dicotômicas geralmente na metade superior do podécio, ápices subulados, acifoso, base geralmente escurecida, perfurações ausentes; superfície ecorticada, sorédios farinosos abundantes, distribuídos por todo o podécio, grânulos ausentes, esquâmulas escassas, laciniadas com até 0,8 mm de comprimento, localizadas na metade inferior; medula 60—95 µm de espessura, branca; estereoma 80—110 µm de espessura, hialino a amarelado, bem delimitado; canal central sulcado; discos himeniais vermelhos, frequentes, apicais, com até 4,0 mm de diâmetro; ascósporos elipsoides, 8—13 × 3—4 µm; picnídios ausentes.

Química: Testes de coloração: K+ amarelo, C-, KC-, UV-. CCD: ácido tamnólico e traços de ácido decarboxitamnólico. Discos himeniais com ácido rodocladônico.

Discussão: Podécios simples a pouco ramificados, com ápices subulados e superfície ecorticada coberta por sorédios farinosos, bem como a produção de ácido tamnólico são as principais características para a diferenciação de *C. macilentoides* (Fleig *et al.* 1995).

*Cladonia macilenta* é a espécie mais próxima a *C. macilentoides* (ver comentários em *C. macilenta*).

*Cladonia angustata* (Nyl.), assim como *C. macilentoides*, possui podécios simples a pouco ramificados, acifosos e com a superfície coberta por sorédios farinosos. No entanto, em *C. angustata* a base até aproximadamente 1/3 do podécio e regiões próximas aos discos himeniais são corticadas e há produção dos ácidos úsnico, barbático e 4-O-dimetilbarbático como compostos principais, enquanto que em *C. macilentoides* a superfície é geralmente totalmente ecorticada e há produção de ácido tamnólico (Fleig *et al.* 1995, Ahti 2000).

*Cladonia quiririensis* Charnei & Eliasaro assemelha-se a *C. macilentoides* pelos podécios ecorticados, acifosos, sorediados e com a base escurecida. Todavia, difere de *C. macilentoides* por possuir podécios mais ramificados e por produzir ácido fumarprotocetrárico (Charnei & Eliasaro 2013d).

*Cladonia macilentoides* é uma espécie muito comum na Serra do Quiriri, Santa Catarina, enquanto que no Estado do Paraná foram encontrados somente dois espécimes. Foi encontrada sobre solo, musgos, vegetais e lenho em decomposição, isolada de demais espécies de *Cladonia*.

Distribuição: América Central (Ahti 2000) e América do Sul, no Brasil (Fleig *et al.* 1995) e Venezuela (Ahti 2000). No Brasil: MG, RJ (Ahti 2000), RS (Fleig *et al.* 1995) e SP (Ahti 2000). Este é o primeiro registro para os Estados do PR e SC.

Espécimes examinados: BRASIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra Virgem Maria, 1300 m, 31-I-2004, *C. G. Donha 1743* (UPCB). Quatro Barras, Serra da Baitaca, Morro Anhangava, 25°23'S e 49°00'O, 1420 m, 14-VII-2011, *A. M. Charnei et al. 261* (UPCB). SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, 26°04'43"S e 48°55'23"O, 900 m, 07-V-2011, *A. M. Charnei et al. 94, 99, 113* (UPCB); Monte Crista, 26°04'56"S e 48°54'37"O, 970 m, 15-V-2010, *E. Gumboski & F. Beilke 1961, 1974* (UPCB); 07-V-2011, *A. M. Charnei et al. 105* (UPCB). Joinville, Serra Queimada, 26°07'14"S e 49°02'46"O, 1240 m, 04-IX-2011, *A. M. Charnei & F. Beilke 436, 437*

(UPCB). Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S e 48°53'O, 1250 m, 13-VIII-2011, A. M. Charnei et al. 400 (UPCB).

***Cladonia maculata*** Charnei & Eliasaro (em fase de submissão à revista The Bryologist). Tipo:

BRASIL. SANTA CATARINA: Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S e 48°53'W, 1250 m, 13-VIII-2011, A. M. Charnei et al. 325 (holótipo UPCB!).

#### Figura 7

Descrição em Charnei & Eliasaro (2013d).

Química: Testes de coloração: córtex: K-, C-, KC-, UV-; medula K+ vermelho amarronzado, C-, UV-. CCD: ácidos úsnico, rododladônico e três substâncias não identificadas com rf C aproximado de 13, 35 e 40.

Comentários: *Cladonia maculata* foi descrita recentemente por Charnei & Eliasro (2013d) e é caracterizada pelas largas esquâmulas primárias, medula geralmente laranja a raramente branca com manchas laranja, podécio maculado e sem estereoma, além da produção dos ácidos úsnico e rododladônico.

Uma discussão detalhada sobre *C. maculata*, bem como a comparação com outras espécies morfológica e quimicamente semelhantes é apresentada em Charnei & Eliasro (2013d)

Esta espécie foi encontrada somente no Pico da Serra do Tabuleiro, onde se desenvolve sobre solo e fina camada de sedimentos sobre rocha, em lugares abertos e expostos diretamente a luz solar. Comumente desenvolvendo-se ao lado de *Cladia aggregata*.

Distribuição: Brasil: SC (Charnei & Eliasaro 2013d).

Espécimes examinados: BRASIL. SANTA CATARINA: Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S e 48°53'O, 1250 m, 13-VIII-2011, A. M. Charnei et al. 326, 385, 387, 388, 389 (UPCB).

*Cladonia meridionalis* Vain., Denkschr. Kaiserl. Akad. Wiss., Wien. Math.-Naturwiss. Kl. 83: 136, 1909. Tipo: BRASIL. SÃO PAULO: Raiz da Serra, 1901, *Schiffner* 9 (lectótipo designado por Ahti 1993 TUR-V 14175, fotografia US).

#### Figura 8

Talo primário: persistente, composto por esquâmulas alongadas, 0,4—2,3 cm de comprimento × 0,2—1,7 cm de largura, revolutas, grânulos ausentes, margens densamente sorediadas, sem rizinas; superfície superior corticada, verde oliva, cartilaginosa, lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca, geralmente se tornando amarronzada próximo a base das esquâmulas, venações bem evidentes, sorédios abundantes, principalmente próximo a margem das esquâmulas; córtex 70—110 µm de espessura; medula 120—240 µm de espessura, branca; picnídios frequentes, cilíndricos a globosos, vermelhos a marrom avermelhados, mucilagem avermelhada; conídios levemente curvados, 7—9 × 1 µm. Talo secundário: 0,8—3,5 cm de altura, 0,8—3,0 mm de espessura, verde acinzentado a verde oliva, filopodial, simples a pouco ramificado, ramificações geralmente na metade superior do podécio, acifoso, sem base melanótica; superfície corticada, mas com algumas interrupções onde são formados sorédios, grânulos ausentes, esquâmulas presentes próximo aos discos himeniais e no ápice dos podécios; córtex (0—) 60—110 (—200) µm de espessura; medula 150—400 (—550) µm de espessura, irregular, branca a bege; estereoma ausente; discos himeniais vermelhos, infrequentes, com até 2,8 mm de diâmetro; ascósporos oblongos, 8—9 × 4 µm; picnídios frequentes, com as mesmas características dos encontrados nas esquâmulas primárias,

Química: Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácidos barbático e obtusático. Discos himeniais com ácido rodocladônico.

Comentários: *Cladonia meridionalis* é caracterizada pelas esquâmulas primárias bem desenvolvidas e sorediadas na superfície inferior (Ahti 2000). Além disso, é a única espécie da área de estudo a produzir ácido obtusático.

*Cladonia ahtii* é a espécie mais próxima a *C. meridionalis* (ver comentários em *C. ahtii*).

Ahti (2000) comenta que *C. meridionalis* ocorre principalmente em regiões de baixa altitude. Na área de estudo mostrou-se muito comum em ambientes entre 900 e 1250 m em Santa Catarina, desenvolvendo-se principalmente sobre solo, tanto em locais sombreados como expostos a luz solar, bem como sobre fina camada de sedimentos sobre rocha e vegetais em decomposição.

Distribuição: América do Sul: Brasil e Guiana. No Brasil: PR e SP (Ahti 2000). Este é o primeiro registro para SC.

Espécimes examinados: BRASIL. SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, 26°04'S e 48°55'O, 900 m, 07-V-2011, A. M. Charnei et al. 95, 100 (UPCB); Monte Crista, 26°04'56"S e 48°54'37"O, 970 m, 15-V-2010, E. Gumboski & F. Beilke 1957 (UPCB). Joinville, Serra Dona Francisca, Castelo dos Bugres, 26°13'S e 49°03'O, 998 m, 12-VIII-2011, A. M. Charnei et al. 413, 422 (UPCB); Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S e 48°53'O, 1250 m, 13-VIII-2011, A. M. Charnei et al. 327, 328, 329, 330, 381 (UPCB).

***Cladonia miniata*** G. Mey. , Nebenst. Beschaeft. Pflanzenk. 149, 1825. Tipo: BRASIL. RIO DE JANEIRO: Itatiaia, Parque Nac. Itatiaia, 5 km de Alto da Serra (12 km ao longo da BR-485), 2320-2350 m, 1987, Ahti & Windisch 45975 (neótipo designado por Stenroos 1989b SP; isoneótipo H, NY).

Figura 9

Talo primário: persistente, parte predominante do talo, composto por esquâmulas lobadas, 0,7—4,5 mm de comprimento × 1,2—6,0 mm de largura, geralmente revolutas, sorédios ausentes, margem

granulosa, sem rizinas; superfície superior corticada, verde oliva a amarronzada, verrucosa, lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, laranja, aracnoide, algumas vezes com leves venações; córtex (80—) 110—250  $\mu\text{m}$  de espessura, medula 100—320  $\mu\text{m}$  de espessura, totalmente laranja; picnídios principalmente laminais, difíceis de serem observados devido a curvatura das esquâmulas, piriformes a dolioliformes, vermelhos a enegrecidos, mucilagem vermelha; conídios falciformes,  $5\text{—}7 \times 1 \mu\text{m}$ . Talo secundário: infrequente, pouco desenvolvido, com até 3,2 mm de altura, 0,6—1,0 mm de espessura, pouco diferenciado das esquâmulas primárias, verde oliva, simples, cilíndricos a principalmente achatados, geralmente marginais, perfurações ausentes, porém algumas vezes o disco himenial rompe-se expondo o canal central, acifoso, sem base melanótica; superfície corticada, rugosa, quebrada, sorédios, grânulos e esquâmulas ausentes; córtex 100—200  $\mu\text{m}$  de espessura; medula 550—900  $\mu\text{m}$  de espessura, laranja; estereoma ausente; discos himeniais vermelhos, 0,5—4,8 mm de largura; ascósporos oblongos,  $9\text{—}10 \times 3 \mu\text{m}$ ; picnídios ausentes. Química: Testes de coloração: córtex: K-, C-, KC-, UV-; medula: K+ violeta escuro, C-, KC-, UV-. CCD: Dois quimiotipos: I: ácidos barbático, didímico, rodocladônico e traços de ácido 4-O-dimetilbarbático e II: ácidos didímico e rodocladônico.

Comentários: As esquâmulas primárias bem desenvolvidas com medula laranja e margens granuladas, e os podécios achatados, pouco diferenciados das esquâmulas primárias, são as características distintivas de *C. miniata* (Stenroos 1989b, Fleig *et al.* 1995, Ahti 2000).

*Cladonia salmonea* pode ser facilmente confundida com *C. miniata* pelas esquâmulas primárias como parte predominante do talo liquênico e medula laranja, no entanto, possuem diferenças morfológicas, químicas e ecológicas. Em *C. salmonea*, as esquâmulas primárias são alongadas, com até 5,0 cm de comprimento, com margens sem grânulos, há produção de ácido úsnico e a mesma se desenvolve sobre rochas, ao passo que em *C. miniata*, as esquâmulas são menores, com até 2,0 cm de comprimento, com margens granuladas, nunca é produzido ácido

úsico e esta se desenvolve em solo, córtex ou madeira em decomposição (Stenroos 1989b, Ahti 2000)

*Cladonia parvipes* também possui medula laranja e química semelhante a *C. miniata* (Stenroos 1989b). Porém, de acordo com Ahti (2000) em *C. parvipes* os podécios são subcilíndricos, delgados e ramificados, enquanto que em *C. miniata* podécios são achatados, flabelados, espessos e sem ramificações.

*Cladonia miniata* pode ser confundida com *C. ahtii* e *C. anaemica* (ver comentários em *C. ahtii* e em *C. anaemica*).

Segundo Ahti (2000), esta espécie possui química muito variável, sendo conhecidas até o momento mais de 20 substâncias (Stenroos 1989b). Para os espécimes da área de estudo foram identificados seis compostos químicos, sendo que a principal variação química é a presença ou ausência de ácido barbático.

Embora seja uma espécie que chame a atenção em campo por sua coloração laranja, este é apenas o segundo registro para o Estado de Santa Catarina, sendo que o primeiro foi feito há mais de 100 anos, indicando assim que esta espécie é pouco comum no Estado. Na área estudada, se desenvolve principalmente sobre córtex e lenho em decomposição. Somente um espécime (A. M. Charnei et al. 06) foi encontrado sobre solo, entremeado com briófitas.

Distribuição: América Central (Stenroos 1989b) e América do Sul (Müller 1981b), no Brasil (Müller 1981b), Colômbia (Stenroos 1989b), Uruguai (Osorio 1972 – como *C. miniata* var. *sanguinea* (Eschw.) Vain.) e Venezuela (Vareschi 1973). No Brasil: BA (Stenroos 1989b), MG (Müller, 1981b), PR, RJ, RS, RR (Stenroos 1989b), SC (Müller 1981b) e SP (Stenroos 1989b).

Espécimes examinados: BRASIL. PARANÁ: Morretes, Serra da Graciosa, 24-VI-2003, P. W. Veiga s. n. (UPCB). Quatro Barras, Serra da Baitaca, Morro Anhangava, 25°23'S e 49°00'O, 1000 m, 14-VII-2011, A. M. Charnei et al. 287, 295 (UPCB). Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos



Perdidos, 25°53'02"S e 48°57'35"O, 1260 m, 15-IV-2011, A. M. Charnei et al. 06 (UPCB).

SANTA CATARINA: Campo Alegre, Serra do Quiriri, 900 m, 26°00'52"S e 49°00'39"O, 26-XII-2011, E. Gumboski & F. Beilke 3245 (UPCB); 26°01'35"S e 49°00'33"O, 1300 m, 03-II-2012, E. Gumboski et al. 3272 (UPCB); *ibid.* 19-XI-2012, A. M. Charnei 584, 585. Joinville, Serra Dona Francisca, 900 m, 04-V-2010, F. Beilke et al. 114 (UPCB); Serra Queimada, 26°07'14"S e 49°02'46"O, 1240 m, 04-IX-2011, A. M. Charnei & F. Beilke 426, 427 (UPCB).

*Cladonia secundana* Nyl., Flora 57: 71, 1874. Tipo: VENEZUELA. SAN CARLOS DE RÍO NEGRO. Spruce, Lich. Amaz. And. 35 (lectótipo designado por Stenroos, 1989a, H-NYL 37826; isoelectótipo BM).

#### Figura 10

Talo primário: persistente, composto por esquâmulas lobadas, 0,6—2,0 mm de comprimento × 0,5—3,0 mm de largura, sorédios e grânulos ausentes, margens lisas a levemente crenadas, sem rizinas; superfície superior corticada, verde oliva a verde amarronzada, verrucosa, cartilaginosa, lustrosa, pruína ausente; superfície inferior ecorticada, branca a amarronzada, algumas vezes com venações longitudinais; córtex 90—160 µm de espessura; medula 70—280 µm de espessura, branca; picnídios frequentes, principalmente laminais, vermelhos, piriformes a cônicos, mucilagem vermelha; conídios falciformes, 6—8 (—9) × 1 µm. Talo secundário: 0,6—3,4 cm de altura, 0,4—3,0 mm de espessura, verde oliva a amarronzado, geralmente simples a ocasionalmente pouco ramificado, com até quatro ramificações na metade superior do podécio, ápices subulados, acifoso, sem base melanótica, perfurações geralmente ausentes, presentes quando discos himeniais se rompem; superfície principalmente corticada, rugosa, quebrada, frequentemente expondo o estereoma em podécios mais desenvolvidos, sorédios e grânulos ausentes, esquâmulas abundantes com até 1,8 mm de comprimento, dispersas por todo o podécio; córtex (0—) 60—260 µm de espessura; medula (0—) 60—260 µm de espessura, branca; estereoma 180—250 µm de espessura, amarelado a marrom, mal delimitado; canal central papilado e sulcado, com grande quantidade de

cordões longitudinais próximo aos discos himeniais; discos himeniais vermelhos, frequentes, apicais, simples ou agregados, com até 3,0 mm de diâmetro; ascósporos elipsoides,  $11-15 \times 3-5$   $\mu\text{m}$ ; picnídios ausentes.

Química: Testes de coloração: K-, C-, KC-, UV-. CCD: ácidos didímico e fumarprotocetrárico, um pigmento não identificado com Rf C aproximado de 20 e dois ácidos graxos não identificados com Rf C aproximados de 40 e 43. Discos himeniais com ácido rodocladônico.

Comentários: Esta espécie é caracterizada pelos podécios simples a pouco ramificados na região superior do podécio, com cerca de 2,0 cm de altura e 2,0 mm de espessura, acifosos e continuamente corticados (Nylander 1874).

Alguns espécimes da área de estudo possuem córtex muito rugoso e quebrado e assim, frequentemente, possuem grandes áreas com o estereoma exposto, divergindo dos dados de Nylander (1874), Stenroos (1989b) e Ahti (2000) que relatam podécios continuamente corticados. No entanto, todas as demais características conferem com as descrições destes autores.

De acordo com Ahti (2000), *C. secundana* foi confundida por muito tempo com *C. miniata*, porém são facilmente diferenciadas pela cor da medula, branca em *C. secundana* e laranja em *C. miniata* e pela frequente presença de podécios bem desenvolvidos, quase que constantemente férteis em *C. secundana*, ao passo que em *C. miniata* estes são menos frequentes e menos desenvolvidos.

*Cladonia subminiata* é diferenciada de *C. secundana* pelos podécios evidentemente filopodiais, com córtex subcontínuo e pela presença de ácido úsnico (Stenroos 1989b; Ahti 2000). Além do mais, Stenroos (1989b) comenta que *C. subminiata* está restrita a regiões de baixas altitudes.

Stenroos (1989b) destaca a grande quantidade de compostos secundários produzidos por *C. secundana*, relacionando 30 substâncias, destas 12 não identificadas. Nos espécimes da área de estudo, notamos a presença de seis compostos químicos, dos quais três não foram identificados. Ao

que parece o principal quimiotipo desta espécie em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil é o que produz ácido didímico como composto principal.

*Cladonia secundana* pode ser encontrada desde ambientes ao nível do mar até 2580 metros de altitude (Stenroos 1989b). É a espécie do Supergrupo *Cocciferae* mais frequente na área de estudo, onde foi encontrada sobre solo ou fina camada de sedimentos sobre rochas, geralmente entremeadas com musgos e com *Cladia aggregata*.

Distribuição: Brasil (Vainio 1887, como *C. miniata* var. *secundana* (Nyl.) Vain.), Colômbia (Ahti 2000), Guiana e Venezuela (Stenroos 1989b). No Brasil: AM (Stenroos 1989b), BA, ES (Ahti 2000), MG (Vainio 1887, como *C. miniata* var. *secundana*), PA (Stenroos 1989b), PB (Ahti *et al.* 1993), PE (Stenroos 1989b), RJ (Vainio 1887, como *C. erythromelaena* Mull. Arg), RO, SC (Stenroos 1989b) e SE (Ahti, 2000). Este é o primeiro registro para o PR.

Espécimes examinados selecionados: BRASIL. PARANÁ: Campina Grande do Sul, Serra do Ibitiraquire, Pico Paraná, 25°15'S e 48°48'O, 1800 m, 06-VII-2011, A. M. Charnei *et al.* 213 (UPCB). Guaratuba, Serra do Araçatuba, Morro dos Perdidos, 25°53'02"S e 48°57'35"O, 1260 m, 15-IV-2011, A. M. Charnei *et al.* 02, 20, 55, 72 (UPCB). SANTA CATARINA: Garuva, Serra do Quiriri, 26°04'43"S e 48°55'23"O, 900 m, 07-V-2011, A. M. Charnei *et al.* 96 (UPCB); Monte Crista, 26°04'56"S e 48°54'37"O, 970 m, 15-V-2010, E. Gumboski & F. Beilke 1975, 1977 (UPCB). Joinville, Serra Dona Francisca, Castelo dos Bugres, 26°13'41"S e 49°03'33"O, 998 m, 07-I-2011, E. Gumboski & F. Beilke 2260. Santo Amaro da Imperatriz, Pico da Serra do Tabuleiro, 27°49'S e 48°53'O, 1250 m, 13-VIII-2011, A. M. Charnei *et al.* 316, 340, 348, 380 (UPCB).

### Agradecimentos

Os autores agradecem aos biólogos Alice Gerlach, Emerson Gumboski, Flávio Beilke, Vanessa Ariati e Vitor de Freitas Batista pelo auxílio nas coletas. À Manuela Dal-Forno (George Mason

University, Fairfax/EUA) pela análise molecular. Aos curadores dos herbários MBM e SP pelo empréstimo dos espécimes solicitados. Aos órgãos ambientais estaduais FATMA (Fundação do Meio Ambiente) e IAP (Instituto Ambiental do Paraná) pelas licenças de coleta concedidas. À CAPES (Coordenadoria de Aperfeiçoamento Pessoal do Ensino Superior) pela concessão de bolsa de Mestrado para a primeira autora.

### **Literatura citada**

- Ahti, T.** *Cladoniaceae*. 2000. Flora Neotropica 78: 1-362.
- Ahti, T. & Kashiwadani, H.** 1984. The lichen genera *Cladia*, *Cladina* and *Cladonia* in Southern Chile. Pp. 125-151. *In*: H. INOUE (ed.): Studies on cryptogams in Southern Chile. Tokyo, Kenseisha Lt.
- Ahti, T. & Stenroos, S.** 1986. A revision of *Cladonia* sect. *Cocciferae* in the Venezuelan Andes. *Annales Botanici Fennici* 23:229-238.
- Ahti, T.; Stenroos, S. & Xavier Filho, L.** 1993. The lichen family Cladoniaceae in Paraíba, Pernambuco and Sergipe, Northeast Brazil. *Tropical Bryology* 7: 55-70.
- Archer, A. W.** 1992. Cladoniaceae. *In*: Flora of Australia, v. 54, Lichens – Introduction, Lecanorales 1. Australian Publishing Service, Canberra, p. 107-143.
- Brodo, I. M., Sharnoff, S. D. & Sharnoff, S.** 2001. Lichens of North America, New Haven and London, Yale University Press. 795 pp.
- Burgaz, A. R. & Ahti, T.** 2009. Cladoniaceae. Flora Liquenológica Ibérica. Volume 4. Sociedad Española de Liquenología (SEL), Madrid. 111 pp.
- Calvelo, S. & Liberatore, S.** 2002. Catálogo de los líquenes de la Argentina (Checklist of Argentinean Lichens). *Kurtziana* 29 (2): 7-170.
- Charnei, A. M. & Eliasaro, S.** 2013a. Notes on the chemical variation of the lichenized Ascomycota *Cladia aggregata* (Cladoniaceae) in the States of Paraná and Santa Catarina, Brazil. *Acta Botanica Brasilica*. Submetido.

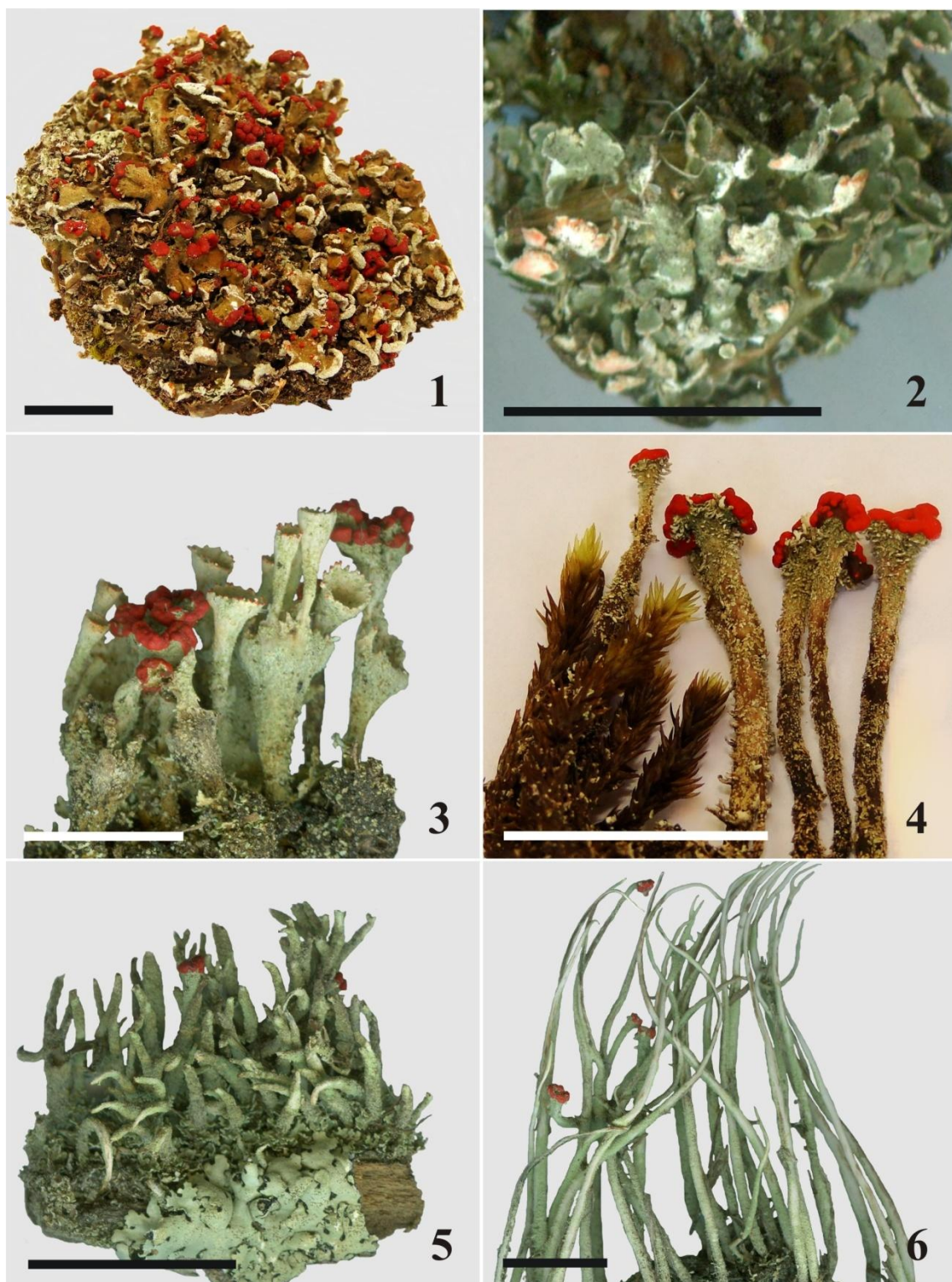
- Charnei, A. M. & Eliasaro, S.** 2013b. Verticillate *Cladonia* species (Lichenized Ascomycota) from high-altitude environments on the Serra do Mar Mountain in Southern Brazil. *Hoehnea* 40 (1): 87-97.
- Charnei, A. M. & Eliasaro, S.** 2013c. Espécies de *Cladonia* com cífas não verticiladas do Supergrupo *Cladonia* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. Em preparação.
- Charnei, A. M. & Eliasaro, S.** 2013d. Four new species of *Cladonia* (Cladoniaceae, Ascomycota) of Southern Brazil. *The Bryologist*. Submetido.
- Charnei, A. M. & Eliasaro, S.** 2013e. Espécies de *Cladonia* acifosas do Supergrupo *Cladonia* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil. *Hoehnea*. Em preparação.
- Charnei, A. M. & Eliasaro, S.** 2013f. Espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Crustaceae* em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil. *Hoehnea*. Em preparação.
- Charnei, A. M. & Eliasaro, S.** 2013g. Espécies de *Cladonia* do Supergrupo *Perviae* em ambientes de altitude na Serra do Mar no Sul do Brasil. *Hoehnea*. Em preparação.
- Crombie, J. M.** 1876. On the lichens collected by Prof. R. O. Cunningham in the Falkland Islands, Fuegia, Patagonia and the Island of Chile during the voyage of H. M. S. Nassau 1867-1869. *Journal linnean Society*. 15: 222.
- Crombie, J. M.** 1883. Enumeration of the British *Cladonie*. *Grevillea* 11: 111-115.
- Culberson, C. F. & Ammann, K.** 1979. Standard method zur Dünnschicht chromatographie von Flechtensubstanzen. *Herzogia* 5: 1-24.
- Eliasaro, S.; Gerlach, A. C. L. & Gumboski, E. L.** 2012. Novos registros de fungos liquenizados para o Estado do Paraná, Brasil. *Biociências* 10 (4): 507-512.
- Elix, J. A. & Ernst-Russell, K.D.** 1993. A Catalogue of Standardized Thin Layer Chromatographic Data and Biosynthetic Relationships for Lichen Substances. 2<sup>nd</sup> Ed. Australian National University Canberra.

- Fleig, M., Ahti, T. & Stenroos, S.** 1995. A família Cladoniaceae (liquens) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Napaea* 11: 1-29.
- Fulford, M.** 1937. Some Cladoniae from Southwestern Ohio: Cladoniae from Clermont, Brown, and Adams Counties. *The Ohio Journal of Science* 37 (5): 295-300.
- Gumboski, E. L. & Eliasaro, S.** 2011. Checklist of lichenized fungi of Santa Catarina State (Brazil). *Mycotaxon* 115: 535.
- Gumboski, E. L. & Eliasaro, S.** 2012. Espécies de *Cladonia* P. Browne (Cladoniaceae, Ascomycota) dos Supergrupos *Cocciferae*, *Crustaceae* e *Perviae* em restingas e costões rochosos do Paraná e Santa Catarina, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 26 (3): 619-631.
- Hammer, S.** 2001. Lateral growth patterns in the Cladoniaceae. *American Journal of Botany* 88 (5): 788–796.
- Krempelhuber, A. von.** 1876. Lichenes brasiliensis collecti a D. A. Glaziou in provincia brasiliensi Rio de Janeiro. *Flora* 59 :56-63.
- Lopez-Figueiras, M.** 1986. Censo de macroliquenes Venezolanos de los Estados Falcon, Lara, Merida, Tachira y Trujillo. Universidad de Los Andes. Merida.
- Marcelli, M. P.** 1990. Liquens das Restingas e Manguezais da Ilha do Cardoso I. *In*: II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: estrutura, função e manejo. Águas de Lindóia, São Paulo, p. 382-392.
- Moore, B. J.** 1968. The Macrolichen Flora of Florida. *The Bryologist* 71 (3): 161-266.
- Müller, J.** 1884. Lichenologische Beiträge. *Flora* 67: 613-621.
- Müller, J.** 1889. Lichenes Spegazziniani in Staten Island, Fuegia et in Regione Freti Magellanici Lecti. *Nuovo Giornale Botanico Italiano* 21: 35-54.
- Müller, J.** 1891a. Lichenes Schenckiane a cl. Dr. H. Schenck, Bonnensi, in Brasiliae orientalis prov. Santa Catharina, Paraná, Rio de Janeiro, Minas Geraes et Pernambuco lecti. *Hedwigia* 30: 219-234.

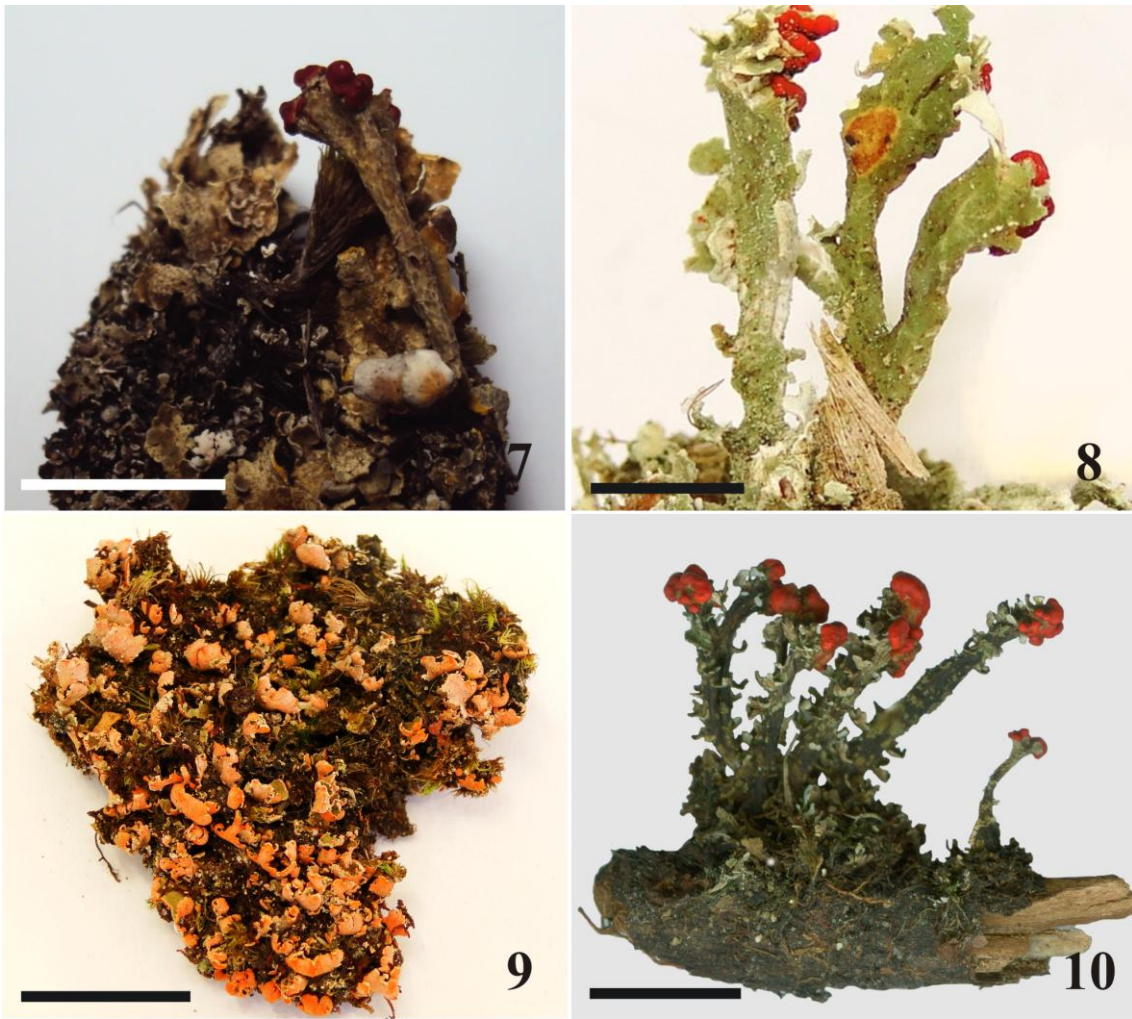
- Müller, J. 1891b.** Lichenes Catharinenses a cl. E. Ule in Brasilia prov. Santa Catharina lecti. Hedwigia 30: 235-243.
- Nylander, W.** 1874. Addenda nova ad lichenographiam europaeum. Continuatio septima decima. In: Flora, Jena 57: 6-73.
- Osorio, H. S.** 1967. Contribution of the lichen flora of Uruguay. III. Some additional new localities. Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 4 (46): 1-10.
- Osorio, H. S.** 1972. Contribution of the lichen flora of Uruguay. VII. A preliminary catalogue. Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 4 (56): 1-46.
- Osorio, H.S.** 1997. Contribution to the lichen flora of Brazil. XXXIV. Lichens from Laguna, Santa Catarina State. Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 6 (108): 1-4.
- Osorio, H. S. & Fleig, M.** 1982. Contribution to the lichen flora of Brazil. IX. Lichens from the municipality of Torres, Rio Grande do Sul State. Mycotaxon 14 (1): 347- 350.
- Osorio, H. S. & Fleig, M.** 1988. Contribution to the lichen flora of Brazil. XX. Additional records from São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul State. Comunicaciones Botánicas Del Museo de Historia Natural de Montevideo 5 (85): 1-7.
- Sipman, H. J. M.** 1990. Lichenotheca Latinoamericana a Museo Botanico Berolinensi edita, fasciculum primum. Willdenowia 19: 543-551.
- Stenroos, S.** 1989a. Taxonomy of the *Cladonia coccifera* group. 1. Annales Botanici Fennici 26: 157-168.
- Stenroos, S.** 1989b. Taxonomic revision of the *Cladonia miniata* group. Annales Botanici Fennici 26: 237-261.
- Stenroos, S.; Hyvonen, J.; Myllys, L. Thell, A. & Ahti, T.** 2002. Phylogeny of the genus *Cladonia* s.lat. (Cladoniaceae, Ascomycetes) inferred from molecular, morphological, and chemical data. Cladistics 18: 237–278.

- Taylor, C. J.** 1967. The lichens of Ohio. Part I. Foliose lichens. The Ohio Biological Survey. The Ohio State University Press, Columbia.
- Taylor, C. J.** 1968. The lichens of Ohio. Part II. Fruticose lichens. The Ohio Biological Survey, The Ohio State University Press, Columbia.
- Vainio, E. A.** 1887. Monographia Cladoniarum Universalis. I. Acta Societatis Pro Flora et Fauna Fennica, v. 4. 509 pp.
- Vareschi, V.** 1973: Resultados liquenológicos de excursiones efectuadas en Venezuela. No. 3. Catalogo de los líquenes de Venezuela. Acta Botanica Venezuelica 8: 177 - 245.
- Wang, X. Y.; Joshi, Y. & Hur, J. S.** 2011. The genus *Cladonia* (lichenized *Ascomycota*, *Cladoniaceae*) in South Korea. Mycotaxon 117: 405-422.





Figuras 1-6: 1- *Cladonia ahtii* (E. Gumboski & F. Beilke 3259). 2- *C. anaemica* (A. M. Charnei et al. 101). 3- *C. coccifera* (A. M. Charnei et al. 191). 4- *C. didyma* (A. M. Charnei et al. 392). 5- *C. macilenta* (E. P. Santos & C. M. S. Coimbra 497). 6- *C. macilentoides* (A. M. Charnei et al. 94).  
Escala = 1 cm.



Figuras 7-10: 7- *Cladonia maculata* (A. M. Charnei et al. 326). 8- *C. meridionalis* (A. M. Charnei et al. 327). 9- *C. miniata* (A. M. Charnei et al. 06). 10- *C. secundana* (A. M. Charnei et al. 02). Escala = 1 cm.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cladoniaceae é uma das famílias de fungos liquenizados mais abundantes em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil, geralmente destacando-se pelas espécies de grande porte, como *Cladonia imperialis* que atinge mais de 30 cm de altura, e pela formação de extensos aglomerados que podem chegar a atingir alguns metros de extensão.

Nestes ambientes esta família é representada por dois gêneros, *Cladia* e *Cladonia*, sendo que *Cladia* é representado somente por uma espécie (*Cladia aggregata*) e *Cladonia* é representado por 51 espécies, um número considerado elevado para o mesmo ambiente sabendo-se que 113 espécies são conhecidas no Brasil distribuídas em diversos tipos de ambientes.

Não foi observada diferença significativa na riqueza de espécies em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil entre os Estados do Paraná e Santa Catarina, sendo que no primeiro foram encontradas 41 espécies e no último 42.

Comparando ambientes de altitude da Serra do Mar e costões rochosos e restingas nestes Estados, nota-se um aumento de 46% na riqueza de espécies de *Cladonia*, uma vez que Gumboski (2011) estudando costões rochosos e restingas encontrou 28 espécies e no presente trabalho foram encontrados 51, provavelmente devido a melhores condições ambientais e menor ação antrópica.

Observou-se maior riqueza e abundância de espécies em campos de altitude, sendo que as mesmas são menos abundantes e diversas em matas nebulares e escassas a ausentes em matas fechadas, provavelmente devido à baixa luminosidade nestes ambientes.

Os locais amostrados com maior riqueza de espécies foram a Serra do Quiriri e o Morro dos Perdidos com 34 e 25 espécies respectivamente. Já a Serra Queimada corresponde ao local com menor riqueza com somente 12 espécies.

As espécies mais comuns nos pontos analisados são *Cladia aggregata*, *Cladonia confusa*, *C. crispatula*, *C. rappii*, *C. ceratophylla* e *C. subsquamosa*.

Com a realização deste trabalho foram propostas quatro novas espécies para a ciência: *Cladonia maculata*, *C. mackii*, *C. quiririensis* e *C. paranaensis*.

Todas as espécies novas foram encontradas somente em campos de altitude, em locais expostos diretamente a luz solar. *Cladonia multiformis* é novo registro para a América do Sul. *Cladonia anaemica*, *C. carassensis*, *C. clathrata*, *C. imperialis* e *C. uncialis* são novas ocorrências para o Sul do Brasil. Foram citadas pela primeira vez 14 espécies para o Estado do Paraná e 11 para Santa Catarina. Também foram mencionadas pela primeira vez as formas e as dimensões dos ascósporos de *C. ahtii* e *C. meridionalis*, bem como a forma e a dimensão dos conídios de *C. calycanthoides*.

Observou-se que algumas espécies provavelmente sofrem influência da altitude como, por exemplo, *C. imperialis* que foi encontrada somente em campos de altitude a partir dos 1600 metros onde era infrequente e não passava dos 11 cm de altura, enquanto que a 1850 metros era abundante e chegava a atingir mais de 30 cm de altura.

Na área de estudo houve predominância de espécies com distribuição restrita ao Brasil (30%), seguido por espécies cosmopolitas e restritas as América do Sul e Central (ambas com 25%). As demais espécies (20%) são subcosmopolitas ou apresentam um padrão de distribuição disjunto.

Notou-se que algumas espécies são restritas a determinados pontos de coleta, sendo que em quase todas as coletas realizadas foram coletadas espécies não encontradas anteriormente, desse modo indicando que ainda poderiam ser encontradas mais espécies em pontos não amostrados neste estudo, revelando assim a necessidade de realizar coletas em mais locais da Serra do Mar no Sul do Brasil.



## 7 APÊNDICE

### Chave para Cladoniaceae ocorrentes em ambientes de altitude da Serra do Mar no Sul do Brasil

1. Talo primário ausente, talo secundário com perfurações laterais seriadas, sem estereoma ..... **Cladia aggregata**
- 1'. Talo primário presente ou ausente, talo secundário sem perfurações ou perfurações não seriadas, estereoma frequentemente presente ..... 2
2. Esquâmulas primárias bem desenvolvidas, parte dominante do talo, podécios ausentes ou pouco desenvolvidos ..... 3
- 2'. Esquâmulas primárias ausentes a pouco desenvolvidas, podécios como parte dominante do talo ..... 9
3. Esquâmulas primárias com medula laranja, ao menos em parte ..... 4
- 3'. Esquâmulas primárias com medula branca ..... 5
4. Medula completamente laranja, margens das esquâmulas primárias granuladas ..... **Cladonia miniata**
- 4'. Medula branca sempre com manchas vermelho alaranjadas no ápice das esquâmulas primárias, margens sem grânulos ..... **Cladonia anaemica**
5. Esquâmulas primárias sorediadas ..... 6
- 5'. Esquâmulas primárias esorediadas ..... 7
6. Esquâmulas primárias arredondadas, sorédios marginais ..... **Cladonia ahtii**
- 6'. Esquâmulas primárias alongadas, sorédios na superfície inferior das esquâmulas ..... **Cladonia meridionalis**
7. Esquâmulas laciniadas, com rizinas marginais abundantes .....  
..... **Cladonia ceratophylla**
- 7'. Esquâmulas lobadas, rizinas marginais ausentes a escassas ..... 8

8. Esquâmulas com 0,1—0,6 cm de comprimento, sem rizinas, podécios ecorticados .....	<b><i>Cladonia pityrophylla</i></b>
8'. Esquâmulas com 0,5—2,1 cm de comprimento, com rizinas marginais escassas, podécios corticados .....	<b><i>Cladonia megaphylla</i></b>
9. Podécios regularmente cifosos ou com ápices subulados a cifosos .....	10
9'. Podécios nunca cifosos .....	29
10. Podécios verde amarelados (com ácido úsnico), com discos himeniais e/ou picnídios vermelhos .....	<b><i>Cladonia coccifera</i></b>
10'. Podécios cinza esbranquiçados a cinza acinzentados (sem ácido úsnico), com discos himeniais e/ou picnídios marrons .....	11
11. Com cifas verticiladas .....	12
11'. Com cifas não verticiladas .....	19
12. Cifas muito perfuradas a completamente clatradas nas cifas basais .....	<b><i>Cladonia clathrata</i></b>
12'. Cifas imperfuradas a perfuradas, mas nunca clatradas .....	13
13. Cifas com margens denteadas, imperfuradas .....	<b><i>Cladonia rappii</i></b>
13'. Cifas com margens laciniadas, perfuradas .....	14
14. Podécios com base melanótica .....	15
14'. Podécios sem base melanótica .....	16
15. Superfície do podécio lisa, sem pruína .....	<b><i>Cladonia imperialis</i></b>
15'. Superfície do podécio aracnoide, com pruína .....	<b><i>Cladonia flagellaris</i></b>
16. Margens das cifas com densos tufo de rizinas negras e escuras (margens peniciladas) .....	<b><i>Cladonia penicillata</i></b>
16'. Margens das cifas não peniciladas .....	17
17. Podécios com até 3,6 cm de altura e com até 4 cifas sobrepostas .....	<b><i>Cladonia fissidens</i></b>
17'. Podécios com 5—20 cm de altura e com 6—10 cifas sobrepostas .....	18

18. Cifas com 0,3—0,9 cm de diâmetro, com pruína nas cifas apicais .....	
.....	<b><i>Cladonia calycanthoides</i></b>
18'. Cifas com 1,1—2,0 cm de diâmetro, nunca pruinosa. <b><i>Cladonia verticillaris</i></b>	
19. Podécios fissurados longitudinalmente, cifas presentes somente em podécios subdesenvolvidos .....	<b><i>Cladonia multiformis</i></b>
19'. Podécios nunca fissurados longitudinalmente, cifas presentes em podécios desenvolvidos .....	20
20. Podécios com ápices regularmente cifosos, cifas iguais ou maiores que 2,3 mm de diâmetro .....	21
20'. Podécios com ápices subulados a cifosos, cifas iguais ou menores que 1,8 mm de diâmetro .....	24
21. Superfície do podécio esorediada .....	<b><i>Cladonia pyxidata</i></b>
21'. Superfície do podécio soreidiada .....	22
22. Superfície do podécio ecorticada .....	<b><i>Cladonia subsquamosa</i></b>
22'. Superfície do podécio corticada, ao menos em parte .....	23
23. Com ácido graiânico, UV + branco azulado a lilás .....	<b><i>Cladonia grayi</i></b>
23'. Sem ácido graiânico, UV - .....	<b><i>Cladonia chlorophaea</i></b>
24. Superfície do podécio esorediada .....	25
24'. Superfície do podécio soreidiada .....	27
25. Superfície do podécio ecorticada .....	<b><i>Cladonia furfuracea</i></b>
25'. Superfície do podécio corticada .....	26
26. Superfície do podécio lisa a rugosa, filídios e esquizídios presentes .....	<b><i>Cladonia ochracea</i></b>
26'. Superfície do podécio verrucosa, filídios e esquizídios ausentes .....	<b><i>Cladonia ramulosa</i></b>
27. Podécios com base melanótica .....	<b><i>Cladonia polyscypha</i></b>
27'. Podécios sem base melanótica .....	28

28. Sorédios dispostos em sorais .....	<b><i>Cladonia ochrochlora</i></b>
28'. Sorédios não dispostos em sorais .....	<b><i>Cladonia subradiata</i></b>
29. Podécios moderada a densamente ramificados .....	30
29'. Podécios simples a pouco ramificados .....	39
30. Podécios sem estereoma .....	<b><i>Cladonia divaricata</i></b>
30'. Podécios com estereoma .....	31
31. Superfície do podécio ecorticada .....	32
31'. Superfície do podécio corticoide a corticada .....	34
32. Podécios com eixo principal definido, K+ amarelo .....	<b><i>Cladonia kalbii</i></b>
32'. Podécios sem eixo principal definido , K - .....	33
33. Ramificações tricotômicas, axilas geralmente perfuradas, com ácido úsnico e perlatólico .....	<b><i>Cladonia confusa</i></b>
33'. Ramificações dicotômicas, axilas fechadas, com ácido fumarprotocetrárico .....	<b><i>Cladonia signata</i></b>
34. Podécios com base melanótica .....	<b><i>Cladonia carassensis</i></b>
34'. Podécios sem base melanótica .....	35
35. Podécios verde amarelados, com ácido úsnico .....	36
35'. Podécios cinza esbranquiçados a cinza esverdeados, sem ácido úsnico. 37	
36. Podécios maculados, com perfurações .....	<b><i>Cladonia uncialis</i></b>
36'. Podécios sem máculas e sem perfurações .....	<b><i>Cladonia substellata</i></b>
37. Podécios geralmente esquamuloso, com fissuras longitudinais quando férteis, K- .....	<b><i>Cladonia furcata</i></b>
37'. Podécios frequentemente sem esquâmulas, nunca fissurados longitudinalmente, K+ amarelo .....	38
38. Podécios com 8,0—17,0 cm de altura, com eixo principal definido .....	<b><i>Cladonia crispatula</i></b>



38'. Podécios com 1,0—6,2 cm de altura, sem eixo principal definido .....	<b><i>Cladonia consimilis</i></b>
39. Podécios maculados, sem estereoma, medula laranja ..	<b><i>Cladonia maculata</i></b>
39'. Podécios sem máculas, com estereoma, medula branca a amarelada ....	40
40. Podécios sólidos, ao menos em parte .....	41
40'. Podécios sempre ocos .....	42
41. Superfície do podécio ecorticada, sorediada .....	<b><i>Cladonia cartilaginea</i></b>
41'. Superfície do podécio corticada, esorediada .....	<b><i>Cladonia solida</i></b>
42. Podécios com perfurações .....	43
42'. Podécios sem perfurações .....	45
43. Superfície do podécio sem grânulos .....	<b><i>Cladonia polystomata</i></b>
43'. Superfície do podécio granulosa .....	44
44. Superfície densamente coberta por grânulos e com esquâmulas escassas .....	<b><i>Cladonia palmicola</i></b>
44'. Superfície não densamente granulosa e com esquâmulas abundantes .....	<b><i>Cladonia squamosa</i></b>
45. Superfície do podécio corticada .....	<b><i>Cladonia secundana</i></b>
45'. Superfície do podécio ecorticada .....	46
46. Superfície do podécio sorediada .....	47
46'. Superfície do podécio esorediada .....	50
47. Podécios com base melanótica .....	48
47'. Podécios sem base melanótica .....	49
48. Podécios com esquâmulas localizadas principalmente nas regiões apicais, as quais originam novos podécios, K- .....	<b><i>Cladonia quiririensis</i></b>
48'. Podécios com esquâmulas localizadas principalmente nas regiões basais e que nunca originam novos podécios, K+ amarelo .....	<b><i>Cladonia macilentoides</i></b>

49. Sorédios persistentes, com ácidos tamnólico, barbático e didímico ..... ***Cladonia macilenta***
- 49'. Sorédios caducos, com ácido fumarprotocetrárico .... ***Cladonia corniculata***
50. Superfície dos podécios verrucosa, discos himeniais geralmente presentes e dispostos lateralmente ..... ***Cladonia paranaensis***
- 50'. Superfície não verrucosa, discos himeniais ausentes a presentes, quando presentes nunca dispostos lateralmente ..... 51
51. Superfície do podécio granulosa e sem base melanótica ..... ***Cladonia didyma***
- 51'. Superfície do podécio sem grânulos e com base fortemente melanótica ..... ***Cladonia maackii***

## 8 ANEXO

### Normas para publicação

#### **Acta Botanica Brasilica - Normas para submissão de notas científicas**

Os autores podem enviar os seus trabalhos em forma de nota científica desde que texto enviado não ultrapasse quatro (4) laudas, contendo resumo, abstract, um texto em corpo único ("texto corrido", i.e., sem itens como introdução, material e métodos, resultados e discussão), agradecimentos e referências. Podem ser incluídas figura(s) e/ou tabela(s), incluídas no total das **quatro** laudas permitidas (e não ultrapassando o total de uma página com estes elementos).

Publicação de espécies novas **não** são consideradas notas científicas e não serão publicadas como tal.

O manuscrito da Nota Científica deverá seguir as seguintes normas:

- a) Título do manuscrito, conciso e informativo, com a primeira letra em maiúsculo, sem abreviações. Nomes próprios em maiúsculo. Citar nome científico completo. O título da nota deverá ser em **negrito** e centralizado na página.
- b) Nome(s) do(s) autor(es) com iniciais em maiúsculo, com números sobrescritos que indicarão, em rodapé, a afiliação Institucional. Créditos de financiamentos deverão vir em Agradecimentos, assim como vinculações do manuscrito a programas de pesquisa mais amplos (não no rodapé). Autores deverão fornecer os endereços completos, evitando abreviações.
- c) Autor para correspondência e respectivo e-mail. O autor para contato será sempre aquele que submeteu o manuscrito.
- d) **RESUMO**: em maiúsculas e negrito. O texto deverá ser corrido, curto, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo. Deverá ser precedido pelo título do manuscrito em Português, entre parênteses. Resumo deverá conter cerca de 200 (duzentas) palavras, contendo a abordagem e o contexto da proposta do estudo, resultados e conclusões. Ao final do resumo, citar até 5 (cinco) palavras-chave à escolha do(s) autor(es), em ordem alfabética, não repetindo palavras do título.

e) **ABSTRACT**: Deverá ser a versão traduzida do Resumo para a língua inglesa.

f) Texto. Escrito de forma seqüenciada e lógica, em subdivisão. Aqui reside a principal diferença editorial entre uma “nota científica” e um “artigo científico”, além do número de páginas; na primeira, o texto é inteiriço, no segundo, o texto é subdividido (Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão e Conclusões).

g) Agradecimentos.

i) Referências bibliográficas. Título com primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. Se a referência bibliográfica for citada ao longo do texto, seguir o esquema autor, ano (entre parênteses). Por exemplo: Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva *et al.* (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997). Na seção Referências bibliográficas, seguir a ordem alfabética e cronológica de autor(es). Nomes dos periódicos e títulos de livros deverão ser grafados por extenso (nunca abreviado) e em negrito.

Exemplos:

Santos, J.; Silva, A. & Oliveira, B. 1995. Notas palinológicas. *Amaranthaceae*. **Hoehnea** 33: 38-45

Santos, J. 1995. Estudos anatômicos em *Juncaceae*. Pp. 5-22. In: **Anais** do XXVIII Congresso Nacional de Botânica. Aracaju 1992. v.I. São Paulo, Hucitec

Silva, A. & Santos, J. 1997. *Rubiaceae*. Pp. 27-55. In: F.C. Hoehne (ed.). **Flora Brasilica**. São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

Endress, P.K. 1994. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Oxford, Pergamon Press.

Furness, C.A.; Rudall, P.J. & Sampson, F.B. 2002. **Evolution of microsporogenesis in Angiosperms**. <http://www.journals.uchicago.edu/IJPS/journal/issues/v163n2/020022/020022.html> Acesso em: 3.jan.2006.

**Não** serão aceitas referências bibliográficas de monografias de conclusão de curso de graduação, de citações de resumos de Congressos, Simpósios, Workshops e assemelhados. Citações de Dissertações e Teses deverão ser evitadas ao máximo e serão aceitas com justificativas consistentes.

j) No geral a diferença básica no referente ao texto entre “artigo” e “nota científica” é a falta de subdivisão e o menor espaço gráfico da última. Assim, todas as demais normas editoriais aplicadas aos “artigos” também valem para as “notas científicas”.

### **Acta Botanica Brasilica - Normas gerais para publicação de artigos**

A *Acta Botanica Brasilica* (*Acta bot. bras.*) publica artigos originais, comunicações curtas e artigos de revisão, estes últimos apenas a convite do Corpo Editorial. Os artigos são publicados em Português, Espanhol e Inglês e devem ser motivados por uma pergunta central que mostre a originalidade e o potencial interesse dos mesmos aos leitores nacionais e internacionais da Revista. A Revista possui um espectro amplo, abrangendo todas as áreas da Botânica. Os artigos submetidos à *Acta bot.bras.* devem ser inéditos, sendo vedada a apresentação simultânea em outro periódico.

**Sumário do Processo de Submissão.** Manuscritos deverão ser submetidos por um dos autores, em português, inglês ou espanhol. Para facilitar a rápida publicação e minimizar os custos administrativos, a *Acta Botanica Brasilica* aceita somente Submissões On-line. Não envie documentos impressos pelo correio. O processo de submissão on-line é compatível com os navegadores Internet Explorer versão 3.0 ou superior, Netscape Navigator e Mozilla Firefox. Outros navegadores não foram testados.

O autor da submissão será o responsável pelo manuscrito no envio eletrônico e por todo o acompanhamento do processo de avaliação.

Figuras e tabelas deverão ser organizadas em arquivos que serão submetidos separadamente, como documentos suplementares. Documentos suplementares de qualquer outro tipo, como filmes, animações, ou arquivos de dados originais, poderão ser submetidos como parte da publicação.

Se você estiver usando o sistema de submissão on-line pela primeira vez, vá para a página de 'Cadastro' e registre-se, criando um 'login' e 'senha'. Se você está realmente registrado, mas esqueceu seus dados e não tem como acessar o sistema, clique em 'Esqueceu sua senha'.

O processo de submissão on-line é fácil e auto-explicativo. São apenas 5 (cinco) passos. Tutorial do processo de submissão pode ser obtido em <http://www.botanica.org.br/ojs/public/tutorialautores.pdf>. Se você tiver problemas de acesso ao sistema, cadastro ou envio de manuscrito (documentos principal e suplementares), por favor, entre em contato com o nosso Suporte Técnico.

**Custos de publicação.** O artigo terá publicação gratuita, se pelo menos um dos autores do manuscrito for associado da SBB, quite com o exercício correspondente ao ano de publicação, e desde que o número de páginas impressas (editadas em programa de editoração eletrônica) não ultrapasse o limite máximo de 14 páginas (incluindo figuras e tabelas). Para cada página excedente assim impressa, será cobrado o valor de R\$ 35,00. A critério do Corpo Editorial, mediante entendimentos prévios, artigos mais extensos que o limite poderão ser aceitos, sendo o excedente de páginas impressas custeado pelo(s) autor(es). Aos autores não-associados ou associados em atraso com as anuidades, serão cobrados os custos da publicação por página impressa (R\$ 35,00 por página), a serem pagos quando da solicitação de leitura de prova editorada, para correção dos autores. No caso de submissão de figuras coloridas, as despesas de impressão a cores serão repassadas aos autores (associados ou não-associados), a um custo de R\$ 600,00 reais a página impressa.

Seguindo a política do Open Access do Public Knowledge Project, assim que publicados, os autores receberão a URL que dará acesso ao arquivo em formato Adobe® PDF (Portable Document Format). Os autores não mais receberão cópias impressas do seu manuscrito publicado.

**Publicação e processo de avaliação.** Durante o processo de submissão, os autores deverão enviar uma carta de submissão (como um documento suplementar), explicando o motivo de publicar na Revista, a importância do seu trabalho para o contexto de sua área e a relevância científica do mesmo. Os manuscritos submetidos serão enviados para assessores, a menos que não se enquadrem no escopo da Revista. Os manuscritos serão sempre avaliados por dois especialistas que terão a tarefa de fornecer um parecer, tão logo quanto possível. Um terceiro assessor será consultado caso seja necessário. Os

assessores não serão obrigados a assinar os seus relatórios de avaliação, mas serão convidados a fazê-lo. O autor responsável pela submissão poderá acompanhar o progresso de avaliação do seu manuscrito, a qualquer tempo, desde que esteja logado no sistema da Revista.

Preparando os arquivos. Os textos do manuscrito deverão ser formatados usando a fonte Times New Roman, tamanho 12, com espaçamento entre linhas 1,5 e numeração contínua de linhas, desde a primeira página. Todas as margens deverão ser ajustadas para 1,5 cm, com tamanho de página de papel A4. Todas as páginas deverão ser numeradas seqüencialmente.

O manuscrito deverá estar em formato Microsoft® Word DOC (versão 2 ou superior). Arquivos em formato RTF também serão aceitos. Arquivos em formato Adobe® PDF não serão aceitos. O documento principal não deverá incluir qualquer tipo de figura ou tabela. Estas deverão ser submetidas como documentos suplementares, separadamente.

O manuscrito submetido (documento principal, acrescido de documentos suplementares, como figuras e tabelas), poderá conter até 25 páginas (equivalentes a 14 páginas impressas, editadas em programa de editoração eletrônica). Assim, antes de submeter um manuscrito com mais de 25 páginas, entre em contato com o Editor-Chefe. Todos os manuscritos submetidos deverão ser subdivididos nas seguintes seções:

1. DOCUMENTO PRINCIPAL
- 1.1. Primeira página. Deverá conter as seguintes informações:
  - a) Título do manuscrito, conciso e informativo, com a primeira letra em maiúsculo, sem abreviações. Nomes próprios em maiúsculo. Citar nome científico completo.
  - b) Nome(s) do(s) autor(es) com iniciais em maiúsculo, com números sobrescritos que indicarão, em rodapé, a afiliação Institucional. Créditos de financiamentos deverão vir em Agradecimentos, assim como vinculações do manuscrito a programas de pesquisa mais amplos (não no rodapé). Autores deverão fornecer os endereços completos, evitando abreviações.
  - c) Autor para contato e respectivo e-mail. O autor para contato será sempre aquele que submeteu o manuscrito.
- 1.2. Segunda página. Deverá conter as seguintes informações:
  - a) RESUMO: em maiúsculas e negrito. O texto deverá ser corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo. Deverá ser precedido pelo título do manuscrito em Português, entre parênteses. Ao final do resumo,

citar até 5 (cinco) palavras-chave à escolha do(s) autor(es), em ordem alfabética, não repetindo palavras do título.b) **ABSTRACT**: em maiúsculas e negrito. O texto deverá ser corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo. Deverá ser precedido pelo título do manuscrito em Inglês, entre parênteses. Ao final do abstract, citar até 5 (cinco) palavras-chave à escolha do(s) autor(es), em ordem de alfabética. Resumo e abstract deverão conter cerca de 200 (duzentas) palavras, contendo a abordagem e o contexto da proposta do estudo, resultados e conclusões.1.3. Terceira página e subsequentes. Os manuscritos deverão estar estruturados em Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Agradecimentos e Referências bibliográficas, seguidos de uma lista completa das legendas das figuras e tabelas (se houver), lista das figuras e tabelas (se houver) e descrição dos documentos suplementares (se houver).1.3.1. Introdução. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá conter:a) abordagem e contextualização do problema;b) problemas científicos que levou(aram) o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho;c) conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado;d) objetivos.1.3.2. Material e métodos. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá conter descrições breves, suficientes à repetição do trabalho. Técnicas já publicadas deverão ser apenas citadas e não descritas. Indicar o nome da(s) espécie(s) completo, inclusive com o autor. Mapas poderão ser incluídos (como figuras na forma de documentos suplementares) se forem de extrema relevância e deverão apresentar qualidade adequada para impressão (ver recomendações para figuras). Todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para a análise de dados em Resultados deverá, obrigatoriamente, estar descrito no item Material e métodos. 1.3.3. Resultados e discussão. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. Tabelas e figuras (gráficos, fotografias, desenhos, mapas e pranchas), se citados, deverão ser estritamente necessários à compreensão do texto. Não insira figuras ou tabelas no texto. Os mesmos deverão ser enviados como documentos suplementares. Dependendo da estrutura do trabalho, Resultados e discussão poderão ser apresentados em um mesmo item ou em itens separados. 1.3.4. Agradecimentos. Título com a primeira letra em



maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá ser sucinto. Nomes de pessoas e Instituições deverão ser escritos por extenso, explicitando o motivo dos agradecimentos. 1.3.5. Referências bibliográficas. Título com primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. Se a referência bibliográfica for citada ao longo do texto, seguir o esquema autor, ano (entre parênteses). Por exemplo: Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva et al. (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997). Na seção Referências bibliográficas, seguir a ordem alfabética e cronológica de autor(es).

Nomes dos periódicos e títulos de livros deverão ser grafados por extenso e em negrito. Exemplos: Santos, J.; Silva, A. & Oliveira, B. 1995. Notas palinológicas. *Amaranthaceae*. *Hoehnea* 33(2): 38-45. Santos, J. 1995. Estudos anatômicos em *Juncaceae*. Pp. 5-22. In: Anais do XXVIII Congresso Nacional de Botânica. Aracaju 1992. São Paulo, HUCITEC Ed. v.I. Silva, A. & Santos, J. 1997. *Rubiaceae*. Pp. 27-55. In: F.C. Hoehne (ed.). *Flora Brasílica*. São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. Endress, P.K. 1994. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Oxford. Pergamon Press. Furness, C.A.; Rudall, P.J. & Sampson, F.B. 2002. Evolution of microsporogenesis in Angiosperms. <http://www.journals.uchicago.edu/IJPS/journal/issues/v163n2/020022/020022.html> (acesso em 03/01/2006). Não serão aceitas referências bibliográficas de monografias de conclusão de curso de graduação, de citações de resumos de Congressos, Simpósios, Workshops e assemelhados. Citações de Dissertações e Teses deverão ser evitadas ao máximo e serão aceitas com justificativas consistentes. 1.3.6. Legendas das figuras e tabelas. As legendas deverão estar incluídas no fim do documento principal, imediatamente após as Referências bibliográficas. Para cada figura, deverão ser fornecidas as seguintes informações, em ordem numérica crescente: número da figura, usando algarismos arábicos (Figura 1, por exemplo; não abrevie); legenda detalhada, com até 300 caracteres (incluindo espaços). Legendas das figuras necessitam conter nomes dos táxons com respectivos autores, informações da área de estudo ou do grupo taxonômico.

Itens da tabela, que estejam abreviados, deverão ser escritos por extenso na legenda. Todos os nomes dos gêneros precisam estar por extenso nas legendas das tabelas.

Normas gerais para todo o texto. Palavras em latim no título ou no texto, como por exemplo: *in vivo*, *in vitro*, *in loco*, *et al.* deverão estar grafadas em itálico. Os nomes científicos, incluindo os gêneros e categorias infragenéricas, deverão estar em itálico. Citar nomes das espécies por extenso, na primeira menção do parágrafo, acompanhados de autor, na primeira menção no texto. Se houver uma tabela geral das espécies citadas, o nome dos autores deverá aparecer somente na tabela. Evitar notas de rodapé.

As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, deverão ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Usar abreviaturas das unidades de medida de acordo com o Sistema Internacional de Medidas (por exemplo 11 cm, 2,4 µm). O número deverá ser separado da unidade, com exceção de percentagem, graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas (90%, 17°46'17" S, por exemplo).

Para unidades compostas, usar o símbolo de cada unidade individualmente, separado por um espaço apenas. Ex.: mg kg<sup>-1</sup>, µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, mg L<sup>-1</sup>. Litro e suas subunidades deverão ser grafados em maiúsculo. Ex.: L, mL, µL. Quando vários números forem citados em seqüência, grafar a unidade da medida apenas no último (Ex.: 20, 25, 30 e 35 °C). Escrever por extenso os números de zero a nove (não os maiores), a menos que sejam acompanhados de unidade de medida. Exemplo: quatro árvores; 10 árvores; 6,0 mm; 1,0-4,0 mm; 125 exsiccatas.

Para normatização do uso de notações matemáticas, obtenha o arquivo contendo as instruções específicas em <http://www.botanica.org.br/ojs/public/matematica.pdf>. O Equation, um acessório do Word, está programado para obedecer as demais convenções matemáticas, como espaçamentos entre sinais e elementos das expressões, alinhamento das frações e outros. Assim, o uso desse acessório é recomendado. Em trabalhos taxonômicos, o material botânico examinado deverá ser selecionado de maneira a citarem-se apenas aqueles representativos do táxon em questão, na seguinte ordem e

obedecendo o tipo de fonte das letras: PAÍS. Estado: Município, data, fenologia, coletor(es) número do(s) coletor(es) (sigla do Herbário).

Exemplo:

BRASIL. São Paulo: Santo André, 3/XI/1997, fl. fr., Milanez 435 (SP).

No caso de mais de três coletores, citar o primeiro seguido de *et al.* Ex.:  
Silva *et al.*

Chaves de identificação deverão ser, preferencialmente, indentadas. Nomes de autores de táxons não deverão aparecer. Os táxons da chave, se tratados no texto, deverão ser numerados seguindo a ordem alfabética.

Exemplo:

1. 1. Plantas terrestres
2. Folhas orbiculares, mais de 10 cm diâm.  
..... 2. *S. orbicularis*
2. Folhas sagitadas, menos de 8 cm compr.  
..... 4. *S. sagittalis*
1. 1. Plantas aquáticas
3. Flores brancas ..... 1. *S. albicans*
3. Flores vermelhas ..... 3. *S. purpurea*

O tratamento taxonômico no texto deverá reservar o itálico e o negrito simultâneos apenas para os nomes de táxons válidos. Basiônimo e sinonímia aparecerão apenas em itálico. Autores de nomes científicos deverão ser citados de forma abreviada, de acordo com o índice taxonômico do grupo em pauta (Brummit & Powell 1992 para Fanerógamas).

Exemplo:

1. *Sepulveda albicans* L., Sp. pl. 2: 25. 1753.

*Pertencia albicans* Sw., Fl. bras. 4: 37, t. 23, f. 5. 1870.

Fig. 1-12

Subdivisões dentro de Material e métodos ou de Resultados e/ou Discussão deverão ser grafadas com a primeira letra em maiúsculo, seguida de um traço (-) e do texto na mesma linha.

Exemplo: Área de estudo - localiza-se ...

## **Documentos suplementares**

Carta de submissão. Deverá ser enviada como um arquivo separado. Use a carta de submissão para explicitar o motivo da escolha da *Acta Botanica Brasilica*, a importância do seu trabalho para o contexto de sua área e a relevância científica do mesmo.

Figuras. Todas as figuras apresentadas deverão, obrigatoriamente, ter chamada no texto. Todas as imagens (ilustrações, fotografias, eletromicrografias e gráficos) são consideradas como 'figuras'. Figuras coloridas poderão ser aceitas, a critério do Corpo Editorial, que deverá ser previamente consultado. O(s) autor(es) deverão se responsabilizar pelos custos de impressão.

Não envie figuras com legendas na base das mesmas. As legendas deverão ser enviadas no final do documento principal.

As figuras deverão ser referidas no texto com a primeira letra em maiúsculo, de forma abreviada e sem plural (Fig.1, por exemplo).

As figuras deverão ser numeradas seqüencialmente, com algarismos arábicos, colocados no canto inferior direito. Na editoração final, a largura máxima das figuras será de: 175 mm, para duas colunas, e de 82 mm, para uma coluna.

Cada figura deverá ser editada para minimizar as áreas com espaços em branco, otimizando o tamanho final da ilustração.

Escalas das figuras deverão ser fornecidas com os valores apropriados e deverão fazer parte da própria figura (inseridas com o uso de um editor de imagens, como o Adobe® Photoshop, por exemplo), sendo posicionadas no canto inferior esquerdo, sempre que possível. Ilustrações em preto e branco deverão ser fornecidas com aproximadamente 300 dpi de resolução, em formato TIF. Ilustrações mais detalhadas, como ilustrações botânicas ou zoológicas, deverão ser fornecidas com resoluções de, pelo menos, 600 dpi, em formato TIF. Para fotografias (em preto e branco ou coloridas) e eletromicrografias, forneça imagens em formato TIF, com pelo menos, 300 dpi (ou 600 dpi se as imagens forem uma mistura de fotografias e ilustrações em preto e branco). Contudo, atenção! Como na editoração final dos trabalhos, o tamanho útil destinado a uma figura de largura de página (duas colunas) é de

170 mm, para uma resolução de 300 dpi, a largura das figuras não deverá exceder os 2000 pixels. Para figuras de uma coluna (82 mm de largura), a largura máxima das figuras (para 300 dpi), não deverá exceder 970 pixels. Não fornecer imagens em arquivos Microsoft® PowerPoint, geralmente geradas com baixa resolução, nem inseridas em arquivos DOC. Arquivos contendo imagens em formato Adobe® PDF não serão aceitos. Figuras deverão ser fornecidas como arquivos separados (documentos suplementares), não incluídas no texto do trabalho. As imagens que não contiverem cor deverão ser salvas como 'grayscale', sem qualquer tipo de camada ('layer'), como as geradas no Adobe® Photoshop, por exemplo. Estes arquivos ocupam até 10 vezes mais espaço que os arquivos TIF e JPG. A Acta Botanica Brasilica não aceitará figuras submetidas no formato GIF ou comprimidas em arquivos do tipo RAR ou ZIP. Se as figuras no formato TIF forem um obstáculo para os autores, por seu tamanho muito elevado, estas poderão ser convertidas para o formato JPG, antes da sua submissão, resultando em uma significativa redução no tamanho. Entretanto, não se esqueça que a compressão no formato JPG poderá causar prejuízos na qualidade das imagens. Assim, é recomendado que os arquivos JPG sejam salvos nas qualidades 'Máxima' (Maximum). O tipo de fonte nos textos das figuras deverá ser o Times New Roman. Textos deverão ser legíveis. Abreviaturas nas figuras (sempre em minúsculas) deverão ser citadas nas legendas e fazer parte da própria figura, inseridas com o uso de um editor de imagens (Adobe® Photoshop, por exemplo). Não use abreviaturas, escalas ou sinais (setas, asteriscos), sobre as figuras, como "caixas de texto" do Microsoft® Word.

Recomenda-se a criação de uma única estampa, contendo várias figuras reunidas, numa largura máxima de 175 milímetros (duas colunas) e altura máxima de 235 mm (página inteira). No caso de estampa, a letra indicadora de cada figura deverá estar posicionada no canto inferior direito. Inclua "A" e "B" para distingui-las, colocando na legenda, Fig. 1A, Fig. 1B e assim por diante. Não use bordas de qualquer tipo ao redor das figuras. É responsabilidade dos autores obter permissão para reproduzir figuras ou tabelas que tenham sido previamente publicadas.

Tabelas. As tabelas deverão ser referidas no texto com a primeira letra em maiúsculo, de forma abreviada e sem plural (Tab. 1, por exemplo). Todas as tabelas apresentadas deverão, obrigatoriamente, ter chamada no texto. As tabelas deverão ser seqüencialmente numeradas, em arábico (Tabela 1, 2, 3, etc; não abrevie), com numeração independente das figuras. O título das tabelas deverá estar acima das mesmas. Tabelas deverão ser formatadas usando as ferramentas de criação de tabelas ('Tabela') do Microsoft® Word. Colunas e linhas da tabela deverão ser visíveis, optando-se por usar linhas pretas que serão removidas no processo de edição final. Não utilize padrões, tons de cinza, nem qualquer tipo de cor nas tabelas. Dados mais extensos poderão ser enviados como documentos suplementares, os quais estarão disponíveis como links para consulta pelo público. Mais detalhes poderão ser consultados nos últimos números da Revista.

### **The Bryologist - Author Guidelines**

THE BRYOLOGIST is an international journal devoted to all aspects of bryology and lichenology, and we welcome reviews, research papers and short communications from all members of ABLs. Submissions must be original, clearly and precisely presented, and submitted online at THE BRYOLOGIST PeerTrack site at <http://www.editorialmanager.com/bryologist/>.

Regional inventories, floristic notes and simple range extensions will not be accepted for review by THE BRYOLOGIST. The Editorial Board recommends that such articles be sent to Evansia for consideration (the editor of Evansia can be contacted at [mpneditor\\_evansia\[at\]umanitoba.ca](mailto:mpneditor_evansia[at]umanitoba.ca)).

Authors are not encouraged to submit manuscripts describing new species without underlying original (molecular, morphological, etc.) analyses, or thorough discussions about taxonomic affinities, biogeographical and/or ecological significance. Papers describing new species should also include a key to similar species.

Papers may also be rejected without review if they are deemed to lack scientific quality. In such cases, the editor and at least one associate editor will

review the submission and make a decision as to its suitability. Authors are urged to contact the Editor about suitability, unique content, or difficult problems of presentation.

Editor contact information is available at [ABLS.org](http://ABLS.org) and at PeerTrack/bryologist. Email contact for the journal is: [bryologist\[at\]peertrack.net](mailto:bryologist[at]peertrack.net)

### **Submission policies and procedures**

EITHER THE CORRESPONDING AUTHOR OR AT LEAST ONE OF THE CO-AUTHORS MUST BE A MEMBER OF ABLs. This information will be requested during the submission process and will be checked by the editorial staff.

Corresponding authors must register to use the PeerTrack system. Once registered, authors will be asked to provide information about the co-authors and the article. They will then upload the article, including tables, figures and supplemental information, all of which must be in electronic form.

### **General manuscript format**

- The manuscript should be written in Microsoft Word and uploaded as a Word document.
- Use one inch (2.5 cm) margins all around, and 12 point Arial, Times or Garamond font throughout.
- Text must be double-spaced throughout, including footnotes, figure legends, literature lists and tables.
- Align on the left (not justified), and do not apply any Microsoft Word styles to title, header, subtitles, etc.
- Number lines to facilitate comments by reviewers and editors.
- Literature cited, figure legends and table should be at the end of the manuscript.
- Figures should each be in a separate file.

### **Special format notes**

- The separation of two numbers, indicating a continuum, should be marked with an en dash (–) and not a hyphen (-).

- When setting off a phrase use em dashes (e.g. the man—dressed in white—ran down the street).
- In descriptions, the multiplication sign (×) should be used rather than the letter x.
- When abbreviating micrometer use the micron symbol  $\mu$  and not the Greek letter mu ( $\mu$ ).
- When using the sign for the work beta, use the symbol  $\beta$  and not the German letter  $\beta$ .
- Personal communications should be referred to as “pers. comm.” followed by the date of the communication.

### Title page

**The title** should be in Roman bold font and centered at the top of the first page. It should be concise but informative. Except for homonyms, author names should not be in the title. If the title contains a generic name, then the family of that genus should be given in parentheses, immediately following the name. However, do not include higher taxonomic categories, such as Bryophyta, Marchantiophyta, Ascomycetes, etc.

**Author(s) names** should be listed below the title, written in full and formatted in the new style adopted for *The Bryologist* starting with volume 113 (2010): author(s) names should be in Roman font (not bold and not in capitals), in consecutive order and centered.

**Addresses** should follow as a single paragraph below the author name line, in the consecutive order of authors, in italics, and centered. Superscripts should link authors to their address(es). Each address should be preceded by one (or more) superscript(s) as needed in case of multiple authors with multiple affiliations. Current addresses should follow the first address and not be given in a footnote. Superscripts should follow author names and precede address. Lastly, identify corresponding author by name and include his/her e-mail address.

**Abstract** must be in English; if an abstract in Spanish is included, an English version must follow. The abstract should clearly state the hypothesis being addressed, mention the methodology that is followed, and summarize the



main results and the conclusions drawn from them. Except for Latin names, the entire abstract is in Roman type.

**Keywords** should immediately follow the abstract, and include taxonomic categories, field of research (lichen systematics, bryophyte evolution, etc.), geographic focus, (Asia, Macaronesia, etc.) as judged appropriate for insuring recovery of the publication in specific literature searches.

## Figures

**Size.** Design figures with the size in the publication in mind. Phylogenetic trees should include italicized names when possible, unless it jeopardizes clarity. When multiple trees are presented, retain the same font among figures. When composing a plate with multiple figures, keep edges flush: the margins of the plate should be continuous. The individual figures should be fitted together into composite blocks and arranged with all interior edges flush with one another. Do not combine photographs and line drawings in the same block. The engraver at Allen Press will add fine white lines to separate the components of such blocks.

Scale bars must be applied directly onto the illustrations to indicate magnification.

**Numbering figures.** Figures are numbered (1, 2, 3,...) sequentially as they are mentioned throughout the article. Figures assembled into plates, should be numbered Fig. 1A, 1B,... Letters, numbers, or arrows may be used to indicate features of special interest within figures.

**All figures must be prepared as electronic versions** and sent as individual files in TIF, PDF, or JPG formats. The original submission may be made at a lower dpi, but the accepted version of line drawings should be at 1200 dpi for line art (including cladograms) and grayscale figures at least 350 dpi. Color graphics should be at 300 dpi and in CMYK mode (RGB mode is NOT accepted). Figures should always be presented at size of publication or larger (one column width or two column width). Figures submitted in PowerPoint format are not accepted.

**Color figures** will be printed in color if the author has agreed in advance to pay \$400 per color page (which is half of the actual cost; ABLS subsidizes

the other half). Authors who do not agree to pay these charges must submit black and white images instead.

ABLS is currently offering free color for authors on the online version of THE BRYOLOGIST. The printed version will have black and white images (unless the author has paid for color), but if an author uploads a separate set of color images and contacts the editor, these will be part of the online version of THE BRYOLOGIST. Authors should only do this if color enhances the value of the images. This option costs the Society \$75/plate but ABLS will cover this if it can be justified.

**Tables** should be in a tabbed format (this includes word processing tables). In other words, to get from cell to cell, the tab should be used, not repeated use of the space bar. The “Table layout” in Word is acceptable. Tables should be free of the internal grid. They should be uploaded in separate files, numbered sequentially as they occur in the manuscript. Table legends should explain the content of the table fully, and should be placed above the table. All explanatory material must be in the legend, and not placed in footnotes.

**Abbreviations** in the text are followed by periods except for metric measurements and compass directions.

**Footnotes** should be avoided except in Tables. Such information should be incorporated into the text.

### **Scientific names**

The first time a scientific name is mentioned in a taxonomic/systematic article (not including the abstract), it should include an author citation. Subsequent use of the name (except possibly in tables) should not re-cite the author. Authority names should NOT be included in ecological, physiological, and other non-systematic articles. However, it may be appropriate to cite a reference indicating what nomenclature is being followed. Authors should be abbreviated following Brummitt and Powell’s Authors of Plant Names (Brummitt, R. K. & C. E. Powell (eds). 1992. Authors of Plant Names. Royal Botanic

Gardens, Kew). This information is available online at <http://www.ipni.org/ipni/authorsearchpage.do>.

In taxonomic citations in the text, literature should be abbreviated following BPH and TL-II (the exception being that all words are capitalized) (Botanico-Periodicum-Huntianum. G. H. M. Lawrence and others, eds. Pittsburgh, The Library, 1968. Periodicals with botanical content: comprising a second edition of Botanico-Periodicum-Huntianum. G. D. R. Bridson, S. T. Townsend, E. A. Polen, & E. R. Smith. Pittsburgh: Hunt Institute for Botanical Documentation, Carnegie Mellon University, 2004. Stafleu, Frans Antonie. Taxonomic literature: a selective guide to botanical publications and collections with dates, commentaries and types. 2nd ed. Utrecht : Bohn, Scheltema & Holkema, 1976-1988). Only in the Literature Cited are citations written out in full. Most of these reference works are available online.

### **Specimen citations**

Citation of specimens must be very concise. Instead of long detailed lists of specimens, briefly state representative specimens or distribution maps, or both. Geographic names are arranged in strict order of decreasing political magnitude; collectors are cited by family name only. Cite only a single specimen per smallest political or geographical unit. Habitat data are summarized in the text and are not included in lists of specimens. The date of collection is given only if a collection number is lacking. Herbarium designations are those of Index Herbariorum. For studies relying on large number of specimens, and if these are databased include a reference of the database.

The country should be in all capitals, the state in all small capitals (even the first letter), the date in roman print (if given), the collector and collection number italicized, and the herbarium abbreviations in small capitals, in alphabetical order. Examples of specimen citations:

MEXICO. COHHUILA: 1901, *Pringle s.n.* (US).

U.S.A. TEXAS: Brewster Co., *Smith 22793* (MO, NY).

Authors of manuscripts based upon author-collected specimens must have legally collected the specimens. Evidence of collections made without proper authorization or where the collector has violated conditions upon which

the permission was given will result in manuscripts being rejected prior to review. The editor reserves the right to request proof of authorization.

### **Gene sequences and character matrices**

All sequences used in analyses must be identified by a GenBank accession number. Newly generated DNA sequences must also be linked to specimen voucher and the herbarium where the voucher is deposited. Matrices of characters used for phylogenetic inference must be deposited at TreeBASE (<http://www.treebase.org>), and the accession number must be provided before acceptance of the manuscript.

### **Newly proposed fungal names**

Description of new taxa and proposals of new names of lichenized and lichenicolous fungi at all ranks must be accompanied by the MycoBank registration number, obtained when registering the name at <http://www.mycobank.org/>. Registration of a new name should be done only after a manuscript has been accepted for publication.

### **Literature cited**

In the text, citations must be presented in a strict alphabetic order, with each reference separated by semi-colons, and each different reference by the same author separated by a comma, e.g., (Allen 1980; Rowe 1970, 1979; Sawyer et al. 1999a,b; Wyatt 1910).

In the Literature Cited section of manuscripts, names of authors and titles of articles must be given exactly as in the original publication, except that initials are always used for the given names of authors. Journal titles are given in full (i.e., never in abbreviated form), except that an initial "The" may be omitted (except "THE BRYOLOGIST" that is written in full).

Authors are listed alphabetically by family name, then chronologically. The author(s) last names should be in Roman font with any further references by the same author(s) denoted by a long dash. Leave a space between the author(s) initials. For example:

Adams, C. D. 1990. Title of article. Name of Journal 103: 1–10.

Adams, W. L. 1920. Title of article. Name of Journal 13: 33–77.

Adams, C. D. & F. R. Baker. 1982. Title of chapter. Pages 000–000. In: J. D. Baker (ed.), Title of Book. Publisher, Place of Publication.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ & G. A. Abner. 1980. Title of Book. Publisher, Place of Publication.

### **Editing and Printing**

All authors will be asked by the Editor to approve manuscripts before they are sent to the printer. Proofs are sent directly to the corresponding author as an e-mail attachment, and these must be corrected immediately and returned electronically to the Editor. If the proofs are not returned promptly, the Editor will make corrections. Resetting due to corrections other than printer's error is chargeable to the author.

### **Online publication of accepted articles at Bioone**

Issues in progress: Beginning with Volume 115(3), all accepted articles in THE BRYOLOGIST will be published online in their final version of record at BioOne as soon as they are ready, without waiting for the issue contents to be complete. This means that the latest articles are added continuously, each one final, paginated and showing a date of publication. All ABLs members can obtain online BioOne access to THE BRYOLOGIST from the Secretary-Treasurer.

### **Hoehnea - Instruções aos autores**

Hoehnea publica artigos originais, revisões e notas científicas em todas as áreas da Botânica e da Micologia (anatomia, biologia celular, biologia molecular, bioquímica, ecologia, filogenia, fisiologia, genética, morfologia, palinologia, taxonomia), em português, espanhol ou inglês. Trabalhos de revisão são aceitos, excepcionalmente, a critério do Corpo Editorial, não devendo se restringir a compilações bibliográficas, mas conter análise crítica.

As notas científicas devem apresentar avanços técnicos ou científicos relevantes.

Na primeira submissão os manuscritos deverão consistir de um único documento (doc ou rtf), com tabelas e figuras em baixa resolução (150 dpi) anexados no final do documento e três cópias impressas devendo ser enviados para "Hoehnea – Editor Responsável, Instituto de Botânica, Caixa Postal 68041, 04045-972, São Paulo, SP, Brasil ". Após a revisão, uma vez aceito para publicação, o editor irá solicitar as tabelas em arquivos separados e as ilustrações como imagens em alta resolução separadamente conforme especificado abaixo, duas cópias impressas, bem como um arquivo eletrônico (em formato doc ou rtf) da versão final do manuscrito. O arquivo eletrônico deverá ser enviado para o endereço [hoehneaibt@yahoo.com](mailto:hoehneaibt@yahoo.com) e as cópias impressas para o endereço indicado acima.

**Preparo do original** - utilizar MS Word for Windows versão 6.0 ou superior, fonte Times New Roman, tamanho 12, em espaço duplo, alinhando o texto pela margem esquerda, sem justificar. Usar papel branco, tamanho A4, com margens de 2 cm. As páginas devem ser numeradas e notas de rodapé evitadas. Não ultrapassar 100 laudas digitadas, incluindo tabelas e figuras. Notas científicas devem limitar-se a cinco laudas.

*Primeira página* - deve conter o título em negrito e apenas com as iniciais maiúsculas; nome completo dos autores, com as iniciais maiúsculas e demais minúsculas; nome da instituição, endereço completo dos autores e endereço eletrônico do autor para correspondência devem ser colocados como notas de rodapé, indicados por numerais sobrescritos; título resumido. Auxílios, bolsas e números de processos devem constar do item Agradecimentos.

O artigo deve conter as informações estritamente necessárias para sua compreensão e estar rigorosamente dentro das normas da revista.

*Segunda página* - deve conter ABSTRACT e RESUMO (ou RESUMEN), iniciando com o título do trabalho na língua correspondente entre parênteses, em parágrafo único e sem tabulação, com até 150 palavras. Key words e

Palavras-chave (ou Palabras clave), até quatro, separadas por vírgula, sem ponto final, em ordem alfabética. Não utilizar como palavras-chave aquelas que já constam do título.

*Texto* - iniciar em nova página. Os títulos de capítulos devem ser escritos em negrito, com letras maiúsculas e minúsculas, centralizados, com os seguintes tópicos, quando aplicáveis: Introdução, Material e métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos, Literatura citada. Resultados e Discussão podem ser combinados. Nomes científicos devem ser grafados em itálico.

Abreviaturas de nomes de autores de táxons devem seguir Brummitt & Powell (1992). Abreviaturas de obras raras devem seguir o Taxonomic Literature (TL-2) e a de periódicos o *Botanico-Periodicum-Huntianum/Supplementum* (B-P-H/S).

*Citação de figuras e tabelas* - devem ser referidas por extenso, numeradas em arábico e na ordem em que aparecem no texto. Em trabalhos de taxonomia, a citação de figuras dos táxons deve ser colocada na linha abaixo do táxon, como no exemplo:

***Bauhinia platypetala*** Burch. ex Benth. in Mart, Fl. Bras. 15(2): 198. 1870 ≡ *Bauhinia forficata* Link var. *platypetala* (Burch. ex Benth.) Wunderlein, Ann. Missouri Bot. Gard. 60(2): 571. 1973. Tipo: BRASIL. TOCANTINS: Natividade, s.d., G. Gardner 3118 (síntipo OFX).

Figuras 7-8

*Citação de literatura* - usar o sistema autor-data, apenas com as iniciais maiúsculas; quando no mesmo conjunto de citações, seguir ordem cronológica; quando dois autores, ligar os sobrenomes por &; quando mais de dois autores, mencionar o sobrenome do primeiro, seguido da expressão *et al.*; para trabalhos publicados no mesmo ano por um autor ou pela mesma combinação de autores, usar letras logo após o ano de publicação (ex.: 1944a, b, etc.); não utilizar vírgula para separar autor do ano de publicação e sim para separar diferentes citações (ex.: Dyer & Lindsay 1996, Hamilton 1988); citar referências a resultados não publicados da seguinte forma: (Capelari, dados não publicados).

*Citação de material de herbário* - detalhar as citações de material de herbário de acordo com o seguinte modelo: BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, data de coleta (ex.: 10-IX-1900), *coletor e número de coleta* (acrônimo do herbário). Quando há número de coletor, basta citar o acrônimo do herbário; quando não há número de coletor, citar o acrônimo do herbário seguido do número de registro no herbário entre parênteses [ex.: (SP250874)].

*Unidades de medida* - utilizar abreviaturas sempre que possível; nas unidades compostas utilizar espaço e não barras para indicar divisão (ex.: mg dia<sup>-1</sup> ao invés de mg/dia, µg L<sup>-1</sup> ao invés de µg/L, deixando um espaço entre número e a unidade (ex.: 200 g; 50 m); colocar coordenadas geográficas sem espaçamento entre os números (ex.: 23°46'S e 46°18'W).

*Literatura citada*: digitar os autores em negrito, com iniciais maiúsculas e demais minúsculas; seguir ordem alfabética dos autores; para o mesmo autor ou mesma combinação de autores, seguir ordem cronológica; citar títulos de periódicos por extenso; evitar citar dissertações e teses; não citar resumos de congressos, monografias de cursos e artigos no prelo. Seguir os exemplos:

**Benjamin, L.** 1847. Utriculariae. *In*: C.F.P. Martius (ed.). Flora Brasiliensis. Typographia Regia, Monachii, v. 10, pp. 229-256, t. 20-22.

**Cronquist, A.** 1981. An integrated system of classification of flowering plants. 2 ed. New York Botanical Garden, New York.

**Ettl, H.** 1983. Chlorophyta, I. Phytomonadina. *In*: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.). Süswasser Flora von Mitteleuropa, Band 9. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, pp. 1-809.

**Giannotti, E. & Leitão Filho, H.F.** 1992. Composição florística do cerrado da Estação Experimental de Itirapina (SP). *In*: R.R. Sharif (ed.). Anais do 8º Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, Campinas, pp. 21-25.

**Heywood, V.H.** 1971. The Leguminosae - a systematic review. *In*: J.B. Harbone, D. Boulter & B.L. Turner (eds.). Chemotaxonomy of the Leguminosae. Academic Press, London, pp. 1-29.



**IPT.** 1992. Unidades de conservação e áreas correlatas no Estado de São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo.

**Poorter, H.** 2002. Plant growth and carbon economy. Encyclopedia of Life Sciences. <http://www.els.net> (acesso em 20.11.2004).

**Pôrto, K.C., Gradstein, S.R., Yano, O., Germano, S.R. & Costa, D.P.** 1999. New an interesting records of Brazilian bryophytes. Tropical Bryology 17: 39-45.

**Trufem, S.F.B.** 1988. Fungos micorrízicos vesículo-arbusculares da Ilha do Cardoso, SP, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

**Veasey, E.A. & Martins, P.S.** 1991. Variability in seed dormancy and germination potencial in *Desmidium* Desv. (Leguminosae). Revista de Genética 14: 527-545.

**Tabelas** - utilizar os recursos de criação de tabela do Word for Windows, fazendo cada tabela em página separada; não inserir linhas verticais; usar linhas horizontais apenas para destacar o cabeçalho e para fechar a tabela. Iniciar por “Tabela” e numeração em arábico, na ordem em que aparece no texto, seguidas por título breve e objetivo. Evitar abreviaturas (exceto para unidades) mas, se inevitável, acrescentar seu significado na legenda. Em tabelas que ocupem mais de uma página, acrescentar nas páginas seguintes, no canto superior esquerdo “Tabela 1. (cont.)”, repetindo o cabeçalho, mas não a legenda. Nos manuscritos em português ou espanhol, as legendas das tabelas devem ser enviadas na língua original e também em inglês.

**Figuras** - enviar o original das figuras acompanhado de três cópias; colocar cada figura ou conjunto de figuras em páginas separadas, identificadas no verso, a lápis, com o nome do autor; as legendas devem ser colocadas em sequência, em página à parte, nunca junto às figuras. Cada figura (foto, desenho, gráfico, mapa ou esquema) deve ser numerada em arábico, na ordem em que aparece no texto; letras minúsculas podem ser usadas para subdividir figuras; a colocação do número ou letra na figura deve ser, sempre que possível, no canto inferior direito. A altura máxima para uma figura ou grupo de figuras é de 230 mm, incluindo a legenda, podendo ajustar-se à largura de uma ou de duas colunas (81 mm ou 172 mm) e ser proporcional (até

duas vezes) à área final da ocupação da figura (a área útil da revista é de 230 mm de altura por 172 mm de largura). Desenhos devem ser originais, feitos com tinta nanquim preta, sobre papel branco de boa qualidade ou vegetal; linhas e letras devem estar nítidas o suficiente para permitir redução. Fotografias e gráficos são aceitos em branco e preto, e quando coloridos, devem ser custeados pelo autor. A escala adotada é a métrica, devendo estar graficamente representada no lado esquerdo da figura. Utilizar fonte Times New Roman nas legendas de figuras e de gráficos. Aceitam-se figuras digitalizadas, desde que possuam nitidez e sejam enviadas em formato .tif com, pelo menos, 600 dpi de resolução gráfica e não devem ser colocadas no MS Word ou no Power Point. Figuras com baixa qualidade gráfica ou fora das proporções não serão aceitas. Nos manuscritos em português ou espanhol, as legendas das figuras devem ser enviadas na língua original e também em inglês.

### **Informações adicionais**

Todos os artigos são revisados por, no mínimo, dois especialistas.

O editor responsável, editores assistentes e assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação. São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos artigos.